Betriebsanleitung

TD 3

Automatisches Tensiometer

LMT 850

Gültig ab Serie: 1
YAMD0022 Ausgabe 06/08/09

LAUDA DR. R. WOBSER
GMBH & CO. KG
Postfach 1251
97912 Lauda-Königshofen
Deutschland

Telefon: (+49) 09343/ 503-0
Fax: (+49) 09343/ 503-222
E-Mail info@lauda.de
Internet http://www.lauda.de

Vorangestellte Sicherheitshinweise

Bevor Sie das Gerät bedienen, lesen Sie bitte alle Anweisungen und Sicherheitshinweise genau durch. Falls Sie Fragen haben, rufen Sie uns bitte an!

Befolgen Sie die Anweisungen über Aufstellung, Bedienung etc., nur so kann eine unsachgemäße Behandlung des Geräts ausgeschlossen werden und ein voller Gewährleistungsanspruch erhalten bleiben.

- Das Gerät wird über ein Tischnetzteil mit Spannung versorgt. Über den Schalter am Tischnetzteil kann das Gerät spannungslos gemacht werden. Die Abschaltung des Gerätes erfolgt über diesen Ein-Ausschalter.
- Gerät ausschalten und Netzstecker ziehen bei:
  - Service- und Reparaturarbeiten,
  - Bewegen des Geräts!
- Gerät vorsichtig transportieren!
- Gerät und Geräteinneres, speziell die hochsensible Wägezelle, können beschädigt werden:
  - durch Sturz,
  - durch Erschütterung.
- Gerät darf nur von unterwiesenem Personal betrieben werden!
- Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn:
  - es beschädigt ist,
  - Kabel (nicht nur Netzkabel) beschädigt sind.
- Gerät nur für die dafür vorgesehenen Aufgaben verwenden!
- Gerät nicht technisch verändern!
- Service- und Reparaturarbeiten nur von Fachkräften durchführen lassen!

Die Betriebsanleitung enthält zusätzliche Sicherheitshinweise, die mit einem Dreieck mit Ausrufezeichen ⚠ gekennzeichnet sind. Anweisungen sorgfältig lesen und befolgen! Nichtbeachtung kann beträchtliche Folgen nach sich ziehen, wie z.B. Beschädigung des Geräts, Sach- oder Personenschäden!

Technische Änderungen vorbehalten!

Inhaltsverzeichnis

1 SICHERHEITSHINWEISE ... 6

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise ... 6
1.2 Sonstige Sicherheitshinweise ... 6

2 KURZANLEITUNG ... 7

2.1 Kurzbeschreibung und Anwendung ... 7
2.2 Funktionsprinzip ... 8

3 BEDIEN- UND FUNKTIONSELEMENTE ... 9

3.1 Zubehör ... 10

4 GERÄTEBESCHREIBUNG ... 12

4.1 Umgebungsbedingungen ... 12
4.2 Messmethoden ... 12
4.3 Aufstellen des TD3 ... 13
4.4 COMMAND Bedieneinheit ... 14
4.4.1 Menüstruktur: COMMAND ... 15
4.4.2 COMMAND Tastatur ... 16
4.4.3 Hauptmenü TD3 ... 18
4.4.4 Untermenü „Messung Neu“ ... 19
4.4.5 Untermenü „Messung Anzeigen“ ... 19
4.4.6 Untermenü „Einstellungen“ ... 20
4.4.6.1 Kalender ... 21
4.4.6.2 Uhr ... 21
4.4.6.3 Helligkeit ... 22
4.4.6.4 Kontrast ... 22
4.4.6.5 Sprache ... 23
4.4.6.6 Signalton ... 23
4.4.6.7 Datumsformat ... 24
4.4.6.8 Bericht ... 24
4.4.6.9 Drucken aller Werte ... 25
4.4.6.10 Drucker ... 25
4.4.7 Untermenü „Hilfsmittel“ ... 26
4.4.7.1 Magnetrührer ... 27
4.4.7.2 Selbsttest ... 27
4.4.7.3 Tastaturtest ... 28
4.4.7.4 Datenspeicher leeren ... 28
4.4.7.5 Thermometer Test ... 29
4.4.7.6 Drucker Test ... 30

5 MESSUNG VON OBER- UND GRENZFLÄCHENSPANNUNG ... 31

5.1 Messen mit der Wilhelmy-Platte (optionales Zubehör) ... 31
5.1.1 Vorbereitung der Messung ... 31
5.1.2 Überprüfen und Einstellen der Wilhelmy-Platte Daten ... 32
5.1.2.1 Messparameter eingeben ... 32
5.1.2.2 Plattenparameter (Geometriedaten) eingeben ... 33
5.1.3 Tarierung ... 34
5.1.4 Kalibrierung ... 36
5.1.5 Messen mit der Wilhelmy-Platte ... 38
5.2 Messen mit dem Du Noüy-Ring ... 41
5.2.1 Vorbereitung der Messung ... 41
5.2.2 Überprüfen und Einstellen der Ringparameter ... 42

5.2.2.1 Messparameter eingeben 42
5.2.2.2 Ringparameter (Geometriedaten) eingeben 43
5.2.3 Tarierung 44
5.2.4 Kalibrierung 46
5.2.5 Messen mit dem Du Noüy-Ring 49
5.2.6 Korrektur der Messung 52

6 MESSUNG VON DICHTE UND GEWICHT 53

6.1 Dichtemessung 53
6.1.1 Vorbereitung der Messung 53
6.1.2 Überprüfen und Einstellen der Messparameter 54
6.1.3 Tarierung 55
6.1.4 Kalibrierung 56
6.1.5 Messen der Dichte mit dem Auftriebskörper 59
6.2 Gewichtsmessung 61
6.2.1 Vorbereitung der Messung 61
6.2.2 Überprüfen und Einstellen der Messparameter 61
6.2.3 Tarierung 62
6.2.4 Kalibrierung 64
6.2.5 Gewichtsmessung 66

7 MESSERGEBNISSE ANZEIGEN UND AUSGEBEN 68

7.1 Messergebnisse speichern 68
7.2 Messergebnisse ausdrucken 68
7.2.1 Drucker anschließen 68
7.2.2 Dichtemessung 69
7.2.3 Plattenmessung 71
7.2.4 Ringmessung 74
7.2.5 Gewichtsmessung 77

8 APPENDIX 80

8.1 Referenzwerte zum Überprüfen des TD3 80
8.2 RS 232 Schnittstelle (nur COMMAND) 81
8.2.1 Verbindungskabel und Schnittstellentest RS 232 81
8.3 Reinigung von Probengefäßen und Messkörpern 82
8.3.1 Messring und Wilhelmy-Platte 82
8.3.2 Probengefäße und Verdrängungskörper 82
8.3.3 Reinigung der Geräteoberfläche 83
8.4 Wartung, Reparatur und Entsorgungshinweise 83
8.4.1 Wartung 83
8.4.2 Reparaturhinweis 83
8.4.3 Entsorgung der Verpackung 84
8.5 Technische Daten 85
8.5.1 Bestellnummern und Zubehör 86
8.6 Literaturverzeichnis 87
8.7 Help Desk und Ersatzteilbestellung 88

9 INDEX 89

1 Sicherheitshinweise

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Mit einem Tensiometer werden Oberflächen- und Grenzflächenspannungen bestimmt. Es kann notwendig sein die zu messenden Proben zu temperieren. Daraus resultieren Gefahren durch hohe oder tiefe Temperaturen, Feuer und die allgemeinen Gefahren aus der Anwendung der elektrischen Energie. Der Anwender ist durch die Anwendung der zutreffenden Normen weitgehend geschützt. Weitere Gefahrenquellen können sich aus der Art des Temperiergutes oder der zu messenden Probe ergeben, z.B. bei Über- oder Unterschreiten gewisser Temperaturschwellen oder bei Bruch des Behälters und Reaktion mit der Temperierflüssigkeit.

Alle Möglichkeiten zu erfassen, ist nicht möglich. Sie bleiben weitgehend im Ermessen und unter Verantwortung des Betreibers gestellt.

Die Geräte dürfen nur bestimmungsgemäß, wie in dieser Betriebsanleitung beschrieben, verwendet werden. Dazu gehört der Betrieb durch unterwiesenes Fachpersonal.

Die Geräte erfüllen folgende EU-Richtlinien:

- Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG
- EMV-Richtlinie 89/336/EWG

Angewendete harmonisierte Normen:

- DIN EN 61326-1 (IEC 61326-1)
- DIN EN 61010-1 (IEC 61010-1)
- DIN EN ISO 9001:2000

Die Geräte sind **nicht** für den Gebrauch unter medizinischen Bedingungen entsprechend DIN EN 60601-1 bzw. IEC 601-1 ausgelegt!

1.2 Sonstige Sicherheitshinweise

- Geräte nur an geerdeter Netzsteckdose anschließen.
- Vor Reinigung, Wartung oder Bewegen des Tensiometers Netzstecker ziehen!
- Reparaturen nur von Fachkräften durchführen lassen!
- Messwerte und Anzeigegenauigkeit gelten unter normalen Bedingungen nach DIN 12876. Elektromagnetische Hochfrequenzfelder können in speziellen Fällen zu ungünstigeren Werten führen. Die Sicherheit wird nicht beeinträchtigt.

Besondere Symbole:

	Vorsicht	Dieses Zeichen wird benutzt, wenn es durch unsachgemäße Handhabung zu Personenschäden kommen kann.
	Hinweis	Hier soll auf etwas Besonderes aufmerksam gemacht werden. Beinhaltet unter Umständen den Hinweis auf eine Gefahr.
⇨	Verweis	Weist auf weitere Informationen in anderen Kapiteln hin.

2 Kurzanleitung

Diese Kurzanleitung soll Ihnen einen schnellen Einstieg in die Bedienung des Gerätes ermöglichen. Für den sicheren Betrieb des Tensiometers ist es jedoch unbedingt erforderlich, die ganze Anleitung sorgfältig zu lesen und die Sicherheitshinweise zu beachten!

2.1 Kurzbeschreibung und Anwendung

Das LAUDA Tensiometer TD 3 dient zur Messung von Ober- und Grenzflächenspannung, zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten, sowie zur Messung von kleineren Gewichten. Das Gerät besteht aus einem Messpult und der Kontrollkonsole COMMAND. Es verfügt über eine eingebaute, präzise elektromagnetische Wägezelle und arbeitet als vollautomatisches „Stand-alone“ Gerät ohne zusätzlichen PC. Alle Resultate können im internen Speicher des TD 3 abgelegt werden, auf einem optional erhältlichen Drucker ausgegeben und über die Schnittstelle RS232 auf einen handelsüblichen PC übertragen werden.

Das TD 3 ist besonders geeignet für:

- Universitäten, Fachhochschulen, Lehrinstitute und andere Ausbildungsstätten.
- Betriebs- und Qualitätslabors.
- Forschungs- und Entwicklungsabteilungen.

Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig, so unter anderem:

- Bestimmung und Test von physikalischen Eigenschaften der oben aufgeführten Arten an organischen, anorganischen Flüssigkeiten, Lösungen, Dispersionen.
- Entwicklung und Untersuchung von oberflächenaktiven Substanzen (Tenside, Emulgatoren etc.), sowie zum Nachweis derselben in Abwässern und Gewässern.
- Tensidgehaltsermittlung unterhalb der CMC.

In Verbindung mit präziser Wägetechnik und hochwertiger Elektronik wird die Durchführung vielfältiger Messaufgaben durch den Einsatz unterschiedlichster Messkörper ermöglicht.

Im Falle von Ober- und Grenzflächenspannung sind dies folgende nach ASTM D 971 und DIN 53914 spezifizierte Messkörper:

- Platin Platte nach Wilhelmy.
- Platin / Iridium Ring nach Du Noüy.

Für Dichtemessungen ist es ein:

- Verdrängungskörper aus Glas.

Bei Verwendung des Peltier-Rühr-Thermostaten Lauda PTT kann man Messungen über einen Temperaturbereich von 5-70°C durchführen.

2.2 Funktionsprinzip

Bestimmung von Ober- und Grenzflächenspannung von Flüssigkeiten

Die Messung der Oberflächen- Grenzflächenspannung erfolgt mit der Platte nach der Wilhelmy-Methode oder mit dem Ring nach der Du Noüy-Methode. Gemessen wird die vertikale Kraft, die Ober- bzw. Grenzfläche der Flüssigkeit auf den Messkörper ausüben.

Diese Kraft zu erfassen setzt ein besonders empfindliches, möglichst wegfreies Messsystem voraus. Ein solches Kraftmesssystem ist der Hauptbestandteil des Messpults des TD 3. Dies wird durch elektromagnetische Kompensation, in der über den Messkörper auf einen Messbalken übertragene Kraft erreicht. Die zur wegfreien Messung notwendige Positionsbestimmung des Messbalkens wird über einen optoelektronischen Detektor ermöglicht.

Im Falle der Messung mit dem Du Noüy-Ring, erlaubt das TD 3 die zur Erfassung des Kraftmaximums notwendige Auf- und Abbewegung des Probentisches, über einen begrenzten, vom Anwender definierbaren Kraftbereich.

Bei Nutzung der Wilhelmy-Platte stoppt die Tischbewegung sofort, nachdem das Messsystem den Kontakt der Platte mit der Flüssigkeit registriert hat.

Nach Eingabe der Messparameter, wie Messmethode, Anzahl der Tests, Stabilitätskriterien (Standardabweichung), kann die Messung mittels Knopfdruck gestartet werden. Um die Messflüssigkeit vibrationsfrei nach oben oder unten zu bewegen verfügt das TD 3 über einen motorgesteuerten Probentisch, der die für die Messung notwendige vibrationsfreie Tischbewegung mit einer vom Anwender festgelegten Geschwindigkeit ermöglicht.

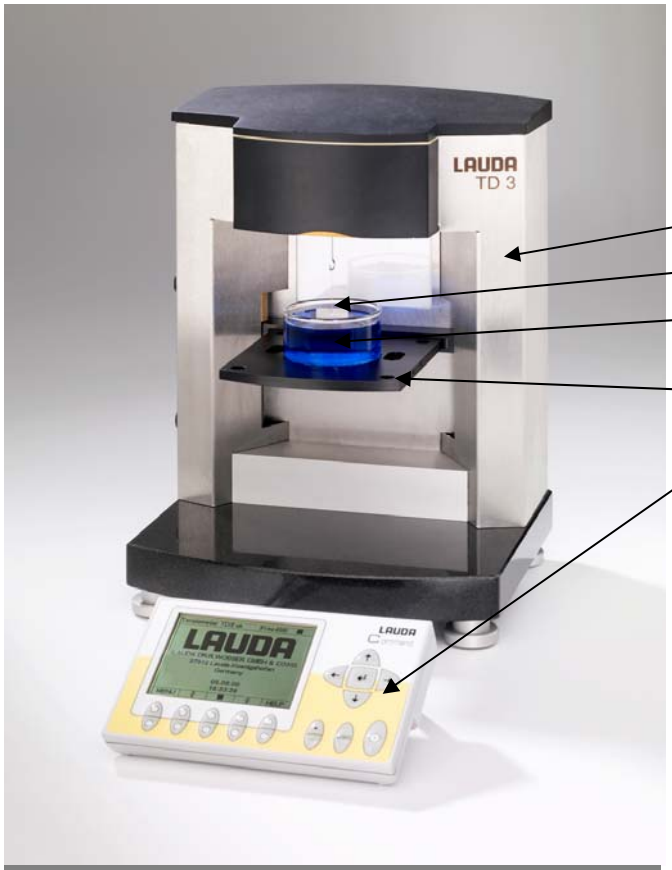
Dichtemessung

Die Bestimmung der Dichte erfolgt durch Eintauchen eines geeigneten, vorher an Luft austarierten Probenkörpers in die zu bestimmende Flüssigkeit. Der gemessene Auftrieb entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit. Bei bekannten Volumen des Auftriebskörpers kann die Dichte direkt bestimmt werden.

Gewichtsmessung

Die zu vermessende Probe kann direkt oder mittels eines geeigneten Halters an den Haken des Messsystems angebracht und ihre Gewichtskraft ermittelt werden.

3 Bedien- und Funktionselemente



1 Messpult
2 Messkörper
3 Probe
4 Probentisch
5 Mobile COMMAND Konsole

6 Temperaturfühleranschluss optional
7 Rühreranschluss optional
8 RS232-Port (Protokolldrucker)
9 Höhenanschlag
10 Verstellbare obere Hubbegrenzung des Probentisches
11 Anschluss externes Netzteil
12 CAN-Port für COMMAND Konsole
13 Verstellbare untere Hubbegrenzung des Probentisches

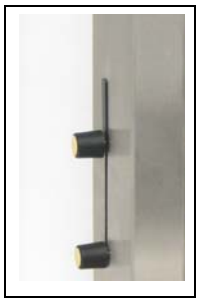
☞	Bei PTT-Betrieb muss der Höhenanschlag eingerastet sein, um eine Beschädigung des PTT Temperier- und Rührblocks oder des TD 3 Tensiometers beim Hochfahren des Probentisches zu vermeiden.

Höhenanschlag bei

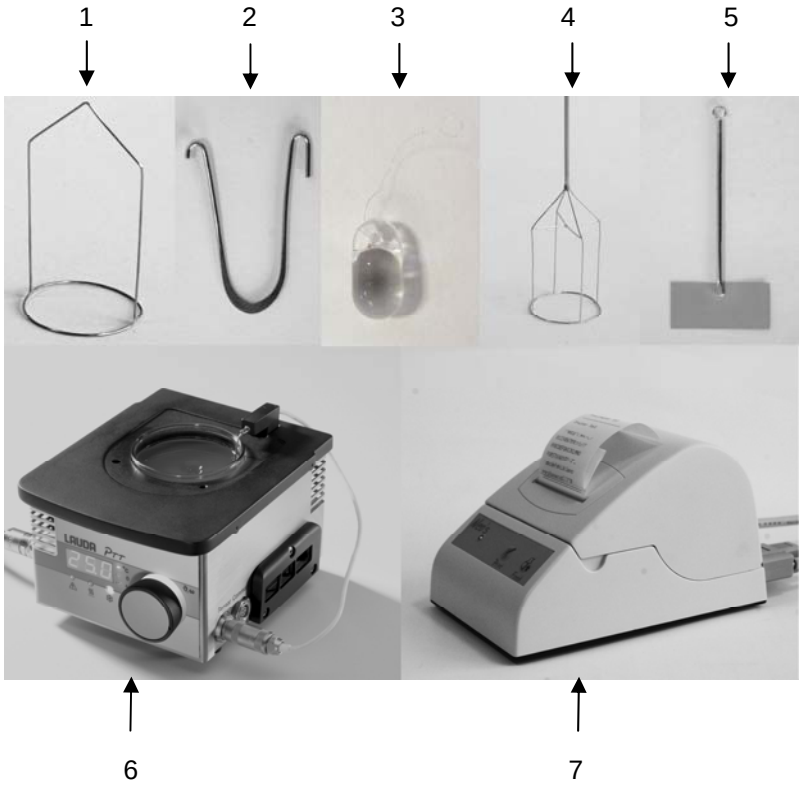
Standardbetrieb

Höhenanschlag bei

PTT-Betrieb



3.1 Zubehör



Serienmäßiges Zubehör:

1 Messring nach Du Noüy (2-schenklig, Pt/Ir)

2 Kalibriergewicht 500mg

3 Verdrängerkörper aus Glas

Optionales Zubehör:

4 Messring nach Du Noüy (4-schenklig, Pt/Ir)

5 Messplatte nach Wilhelmy (Pt/Ir)

6 Temperier- und Rührblock PTT inkl. Kunststoffdeckel, Temperaturfühler und PTFE Rührstab

7 Protokolldrucker

4 Gerätebeschreibung

4.1 Umgebungsbedingungen

Die Verwendung des Tensiometers ist nur unter den in DIN EN 61010-2-010:2003 und DIN EN 61010-1:2001 angegebenen Bedingungen zulässig:

- Inbetriebnahme und Betrieb nur in Innenräumen.
- Untergrund dicht, eben, rutschfest, nicht brennbar.
- Normalen Umgebungsbedingungen.
- Verschmutzungsgrad 2.

4.2 Messmethoden

Dichtemessung Messung der Dichte von Flüssigkeiten mittels des Verfahrens nach Archimedes unter Verwendung eines Auftriebskörpers aus Glas.

Plattenmessung Messung der Ober- Grenzflächenspannung nach Wilhelmy unter Verwendung einer Pt/Ir-Platte spezifiziert gemäß DIN53914, ASTM D971 u. a.

Ringmessung Messung der Ober- Grenzflächenspannung nach Du Noüy unter Verwendung eines Pt/Ir-Ringes spezifiziert gemäß DIN53914, ASTM D971 u. a.

Gewichtsmessung Messung kleiner Gewichte (max. 5 g).

4.3 Aufstellen des TD3

1. Gerät auspacken und aufbauen. Aufstellungsplatz (stabil, horizontal) so wählen, dass eine Beeinflussung durch Gebäudevibrationen ausgeschlossen ist. Die COMMAND Bedieneinheit an eine der beiden CAN-Buchsen der Geräterückseite anschließen.
2. Prüfen, ob der Schalter am Netzteil in der Stellung „Aus = 0“ steht.
3. Gerät mit externem Netzteil (Anschlussbuchse Geräterückseite) verbinden, Netzteil an Steckdose mit Schutzleiter anschließen.
4. TD 3 mittels Schalter am externen Netzteil einschalten. Die Hintergrundbeleuchtung des Tisches schaltet sich ein, nach wenigen Sekunden erscheint auf dem Display ein Fenster mit dem Hauptmenü (⇨4.4.3).
5. Transportschutz entfernen, dazu Tisch mittels Softkey nach unten fahren und Schutzrohr entfernen.
6. Sofern weiteres Zubehör (⇨3.1) mitgeliefert wird, dieses entsprechend aufbauen und anschließen. Aus Sicherheitsgründen muss das Gerät zum Anschließen weiterer Komponenten immer ausgeschaltet sein.
   - Optionaler Protokolldrucker an der 9-poligen Buchse (RS 232) des TD 3 anschließen.

☞	Dieser Anschluss dient nur der Datenübertragung zum Drucker. Ein PC darf hier nicht angeschlossen werden.

   - Zur Datenübertragung zum PC verbinde man einen COM-Port (vorzugsweise COM1) des PC mit der RS 232-Buchse der COMMAND Bedieneinheit.

☞	Die Datenübertragungssoftware sowie Datenübertragungskabel für den PC ist nicht im serienmäßigen Zubehör enthalten sondern muss separat bestellt werden(⇨8.5.1).

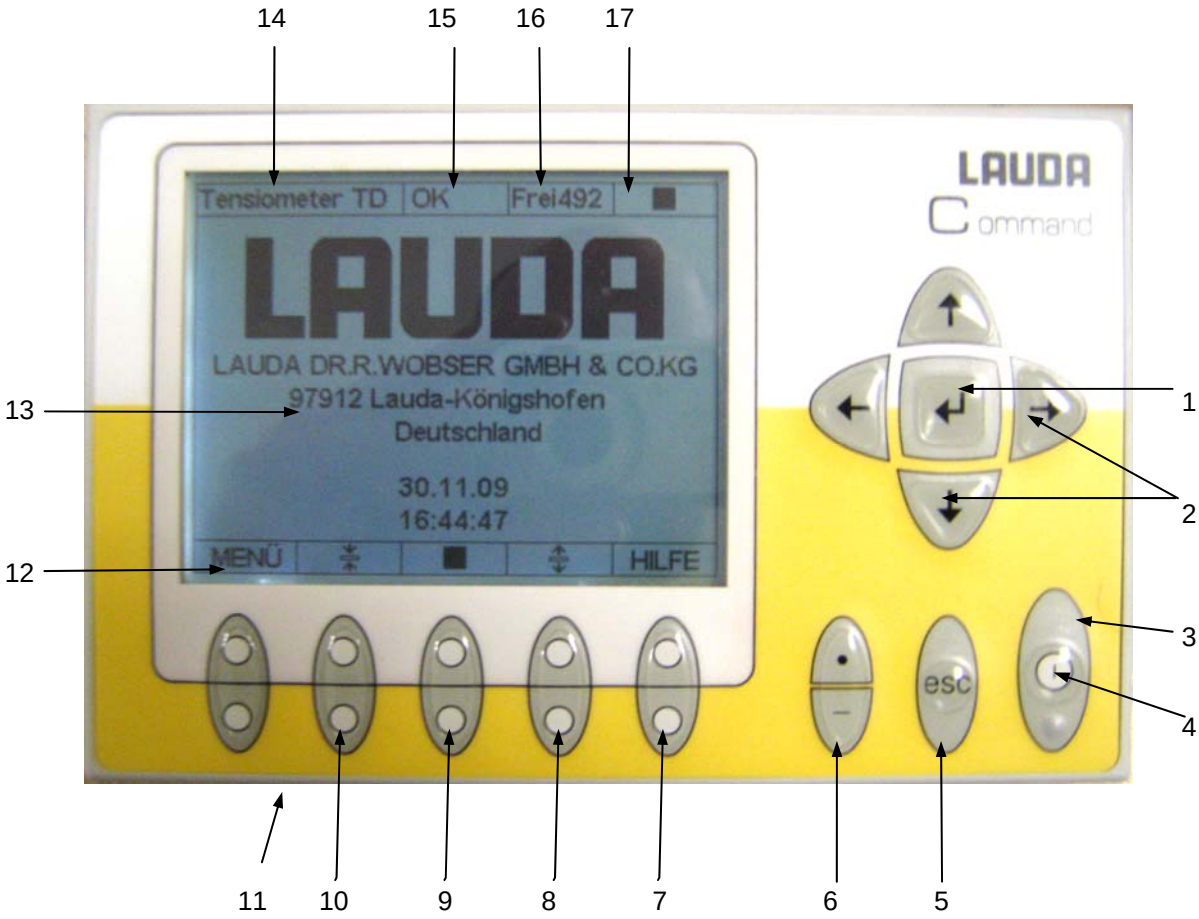
   - Optionaler Temperier- und Rührblock PTT einsetzen und anschließen.

☞	Bedienungsanleitung Temperier- und Rührblock PTT beachten. Der Verfahrweg des Tisches nach oben ist bei eingestelltem Temperier- und Rührblock PTT nur eingeschränkt nutzbar.

7. Platte, Ring oder Auftriebskörper nach entsprechender Vorbereitung einhängen. Die Messkörper müssen nach sachgerechter Reinigung immer mit der Pinzette eingehängt werden, um eine Beschädigung oder Verschmutzung zu vermeiden.
8. Probengefäß mit Probenflüssigkeit füllen und in die entsprechende Aussparung des Probentisches bzw. in das Temperierbad stellen.
9. Nach Überprüfung aller Verbindungen, das Gerät wieder einschalten. Es erscheint das Hauptmenü auf dem Display der COMMAND Bedieneinheit.
10. Von hier aus können die verschiedenen Messmodi gestartet und die dafür notwendigen Einstellungen getätigt werden.
11. Zum Ausschalten Schalter am Netzteil auf Stellung „Aus“.

4.4 COMMAND Bedieneinheit

Die COMMAND ist die zentrale Bedieneinheit des TD3.

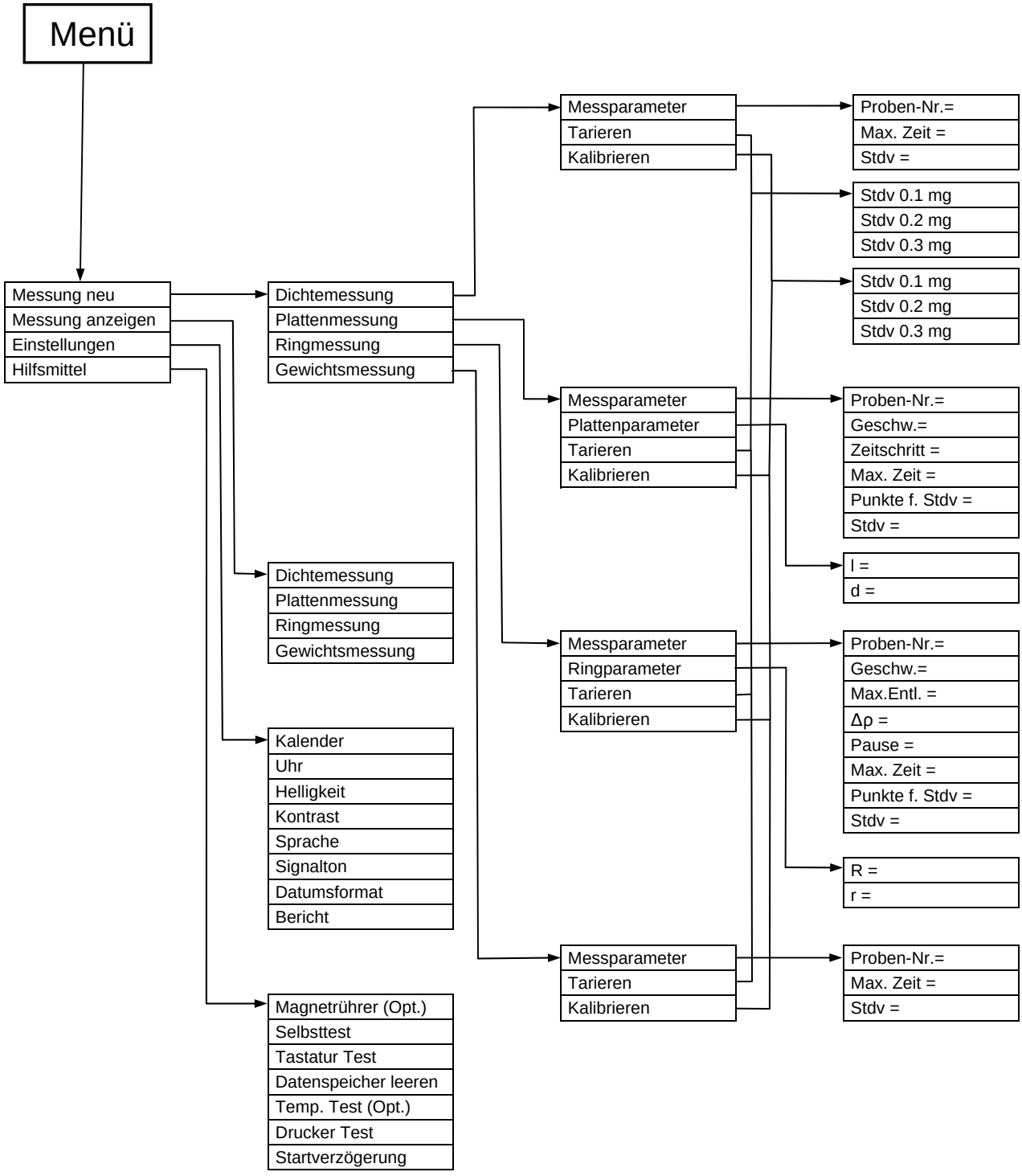


1. Eingabe Taste
2. Navigations Tasten
3. Messung Start/ Stop
4. Gelbe LED
5. Escape Taste
6. Dezimalpunkt oder "-" Zeichen

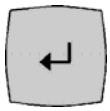
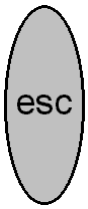
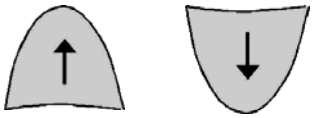
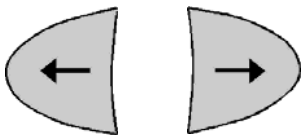
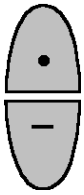
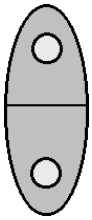
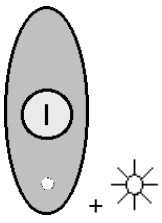
Softkey Duo-Tasten

7. Hilfe (z.Z. nicht belegt)
8. Tischbewegung nach unten
9. Stoppt Tischbewegung
10. Tischbewegung nach oben
11. RS 232/ RS 485-Buchse (verdeckt an der Rückseite des COMMAND).
12. Softkey- Funktionen
13. Grafikdisplay Statuszeile
14. Aktuelle Aktion
15. Gerätestatus
16. Freier Speicher
17. Status Tischbewegung

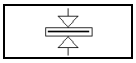
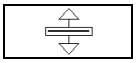
4.4.1 Menüstruktur: COMMAND



4.4.2 COMMAND Tastatur

	**Eingabetaste / Return:** Bestätigung der Auswahl, der Eingaben oder Änderungen. Man verbleibt im aktuellen Menü.
	**“Escape”-Taste:** 1. Rückkehr zum vorhergehenden Bildschirm ohne Berücksichtigung der Änderungen in den Menüs “Messparameter”, “Einstellungen” und “Hilfsmittel”. 2. Unterbricht den Tarierungs- und Kalibrierungsvorgang ohne Änderung der alten Tarier- bzw. Kalibrierkonstanten.
	**Navigationstasten Auf / Ab** 1. Auswahl von Menüeinträgen aufwärts bzw. abwärts. 2. Erhöhung bzw. Verringerung der gewählten Ziffer im numerischen Eingabefenster.
	**Navigationstasten (links / rechts)** 1. Sprung zwischen verschiedenen (Unter)-Menüfenstern: Rechts: Erster Eintrag des Untermenüs wird ausgewählt Links: Letzter Eintrag des Hauptmenüs wird ausgewählt 2. Dient zur Auswahl der Ziffer im numerischen Eingabefenster.
	**Duotaste:** oben: Dezimalpunkttaste unten: Minuszeichen (aktuell nicht genutzt)
	**Softkeys:** 1. Tasten mit der oberhalb der jeweiligen Taste im Display gezeigten Belegung bei beiden Tasten gleich. 2. Tasten mit der oberhalb der im Display gezeigten Ziffernbelegung: Taste oben: Ziffern in oberer Zeile Taste unten: Ziffern in unterer Zeile
	**Messung:** Die ausgewählte Messung muss aus dem Messparametereingabefenster durch Tastendruck gestartet werden. Wenn die LED leuchtet läuft eine Messung. Sie wird durch Drücken dieser Taste sofort beendet, die Beleuchtung erlischt. Die Auswertung wird unter Einbeziehung des zuletzt gemessenen Messwerts durchgeführt.

Softkeys nach Start und “Hauptmenü” Fenster

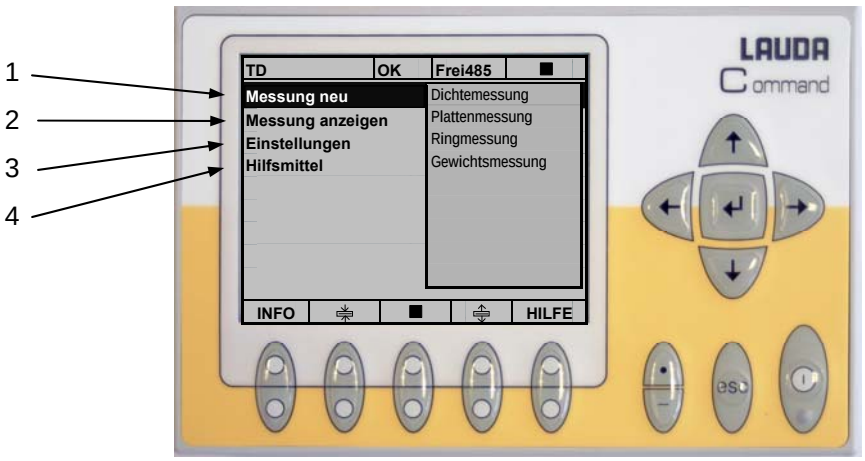
MENÜ	Wahl des Hauptmenüs.
	Startet die Tischbewegung nach oben, d.h. der Messkörper bewegt sich relativ zum Probentisch nach unten. Wenn der obere, vom Benutzer einstellbare Endschalter erreicht wird, wird die Tischbewegung gestoppt. Die Bewegungsrichtung wird durch dasselbe Symbol in der Informationszeile angezeigt.
	Bewegung wird gestoppt. “Ruhezustand” wird durch dasselbe Symbol in der Informationszeile angezeigt.
	Startet die Tischbewegung nach unten, d.h. der Messkörper bewegt sich relativ zum Probentisch nach oben. Wenn der untere, vom Benutzer einstellbare Endschalter erreicht wird, wird die Tischbewegung gestoppt. Die Bewegungsrichtung wird durch dasselbe Symbol in der Informationszeile angezeigt.
HILFE	Momentan nicht verfügbar.

Softkeys im Ergebnisfenster

MENÜ	Wahl des Hauptmenüs.
SPEICH	Speichern des Endresultats zusammen mit der Probenidentifikationsnummer und allen Messparametern im internen Speicher der COMMAND. Hier können bis zu 500 Datensätze gespeichert werden. Die Anzahl der noch verfügbaren Speicherplätze wird in der Informationszeile angezeigt.
DRUCK	Das Endresultat wird zusammen mit der Probenidentifikationsnummer und allen Messparametern auf dem (optionalen) Protokolldrucker ausgegeben.
NEU	Start der nächsten Messung mit der ausgewählten Methode. Hierzu öffnet sich das entsprechende Menü zur Änderung der Parameter und Einstellungen.

4.4.3 Hauptmenü TD 3

Über Softkey MENÜ gelangt man in das Hauptmenü „TD 3“. Mit Hilfe der Navigationstasten können die Untermenüs angewählt werden. Durch Bestätigen mit ↵ Return werden diese ausgewählt.



1. **Messung neu**

   Wahl der Messmethode für die nächste Messung.

2. **Messung anzeigen**

   Anzeigen der im internen Speicher abgelegte Messungen (Max. 500).

3. **Einstellungen**

   Grundeinstellungen wie Datum, Sprache etc..

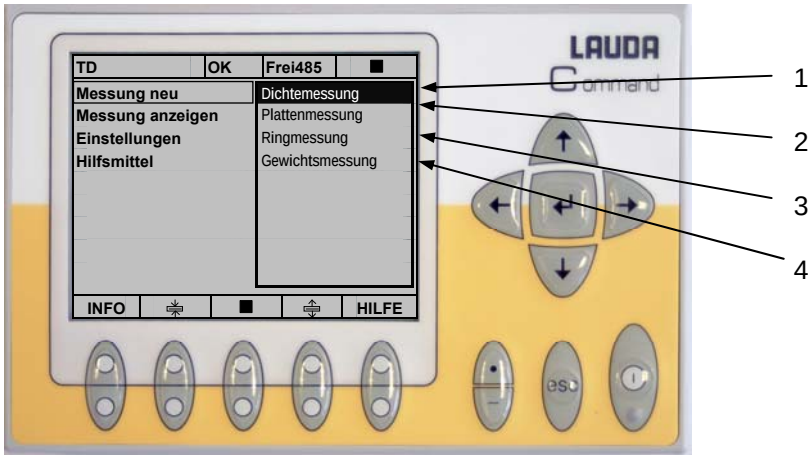
4. **Hilfsmittel**

   Aktivieren zusätzliche Funktionen, z.B. Löschen des Speichers, Betrieb des (optionalen) Magnetrührers, Auslesen des (optionalen) Thermometers, Systemtest.

4.4.4 Untermenü „Messung Neu“

Es können die verschiedenen verfügbaren Messmethoden angewählt werden.

Durch Bestätigen mit Return werden diese ausgewählt.

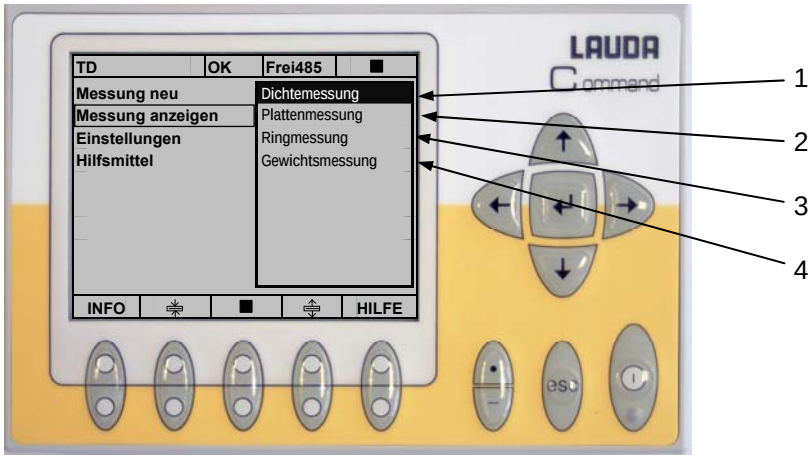


1. **Dichtemessung** (⇨6.1)
2. **Plattenmessung** (⇨5.1)
3. **Ringmessung** (⇨5.1)
4. **Gewichtsmessung** (⇨6.2)

4.4.5 Untermenü „Messung Anzeigen“

Es können die verfügbaren Messmethoden angewählt werden.

Durch Bestätigen mit Return werden diese ausgewählt.

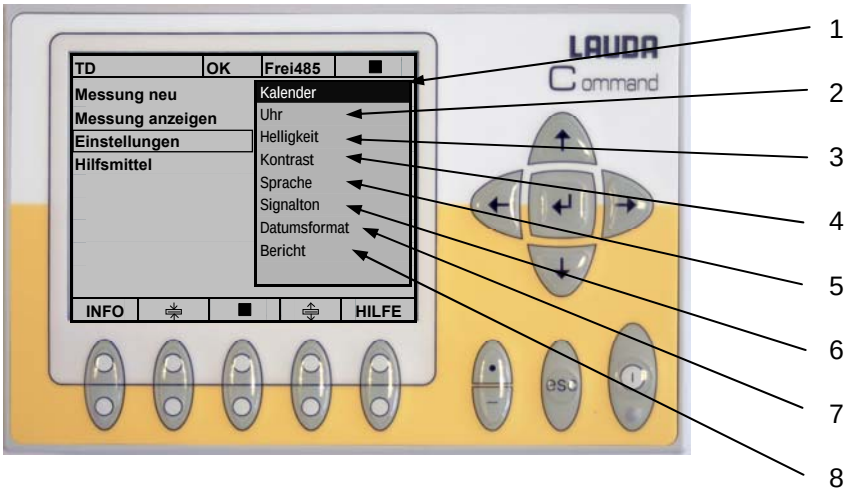


1. **Dichtemessung** (⇨6.1)
2. **Plattenmessung** (⇨5.1)
3. **Ringmessung** (⇨5.2)
4. **Gewichtsmessung** (⇨6.2)

4.4.6 Untermenü „Einstellungen“

Es können die verfügbaren Einstellungen angewählt werden.

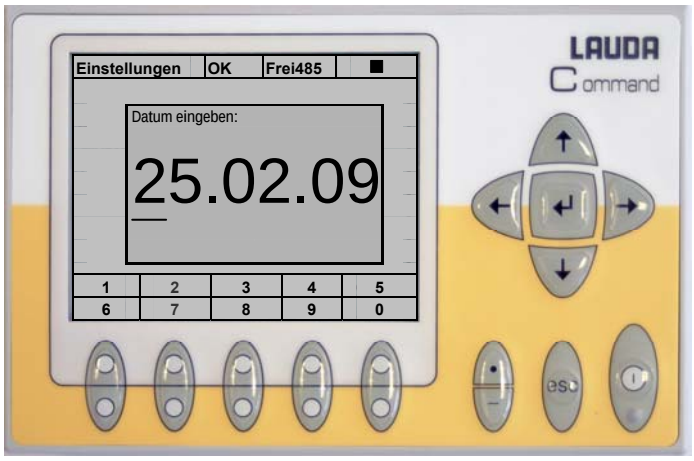
Durch Bestätigen mit ↵ Return werden diese ausgewählt.



1. **Kalender**
   Einstellen oder Ändern des Datums.
2. **Uhr**
   Einstellen oder Ändern der Uhrzeit.
3. **Helligkeit**
   kann über 8 Stufen geändert werden.
4. **Kontrast**
   kann über 8 Stufen geändert werden.
5. **Sprache**
   erlaubt die Wahl zwischen englischer oder deutscher Menüsprache.
6. **Signalton**
   Lautstärke kann in 4 Stufen geregelt werden.
7. **Datumsformat**
   DD.MM.JJ oder MM.DD.YY ist möglich**.**
8. **Bericht**
   Aktiviert zusätzliche Funktionen, z.B. Löschen des Speichers, Betrieb des (optionalen) Magnetrührers, Auslesen des (optionalen) Thermometers, Systemtest.

4.4.6.1 Kalender

Einstellen bzw. Ändern des aktuellen Datums.



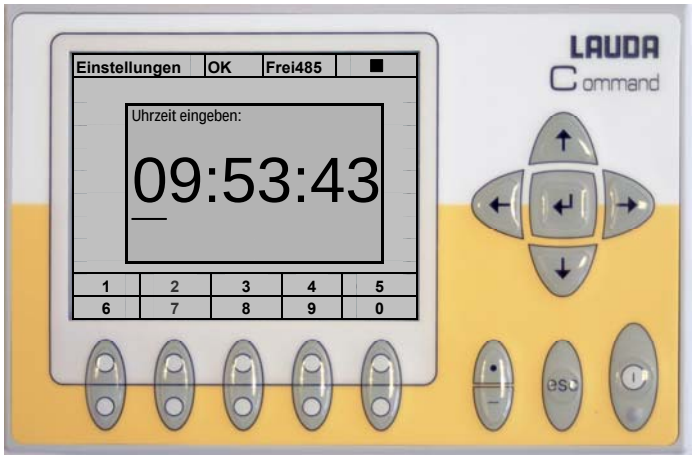
Der blinkende Unterstrich markiert die zu ändernde Ziffer.

Mit den Cursortasten können die einzelnen Ziffern angewählt und über die entsprechende Softkeytaste geändert werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.2 Uhr

Einstellen bzw. Ändern der aktuellen Uhrzeit.



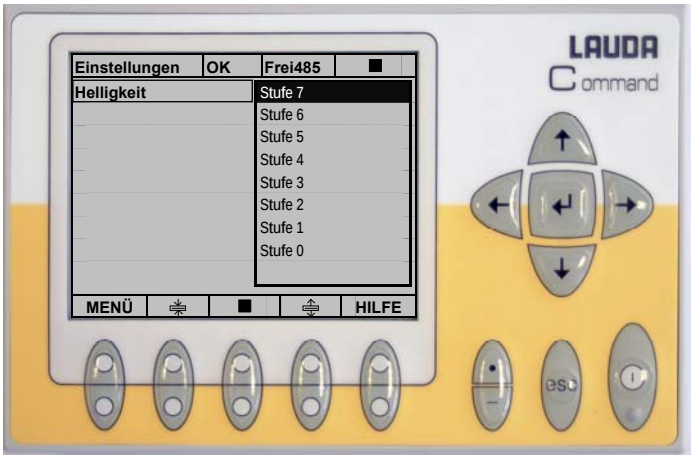
Der blinkende Unterstrich markiert die zu ändernde Ziffer.

Mit den Cursortasten können die einzelnen Ziffern angewählt und über die entsprechende Softkeytaste geändert werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.3 Helligkeit

Einstellen bzw. Anpassen der Helligkeit der Anzeige.



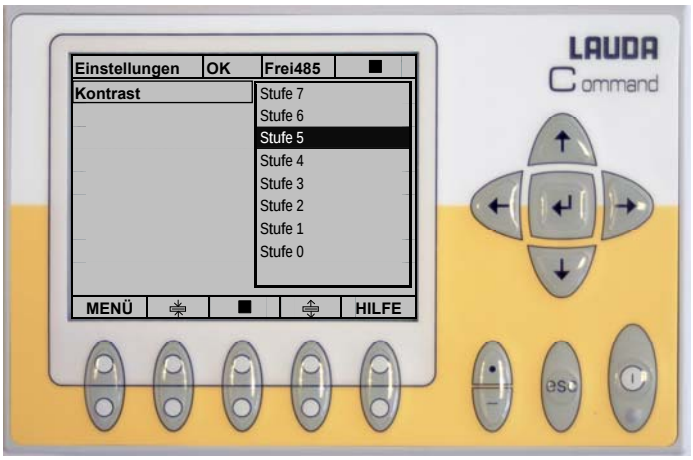
Die dunkel hinterlegte Stufe markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten ↑ ↓ können die einzelnen Stufen angewählt werden.

Bestätigung mit ↵.

4.4.6.4 Kontrast

Einstellen bzw. Anpassen des Kontrastes der Anzeige.



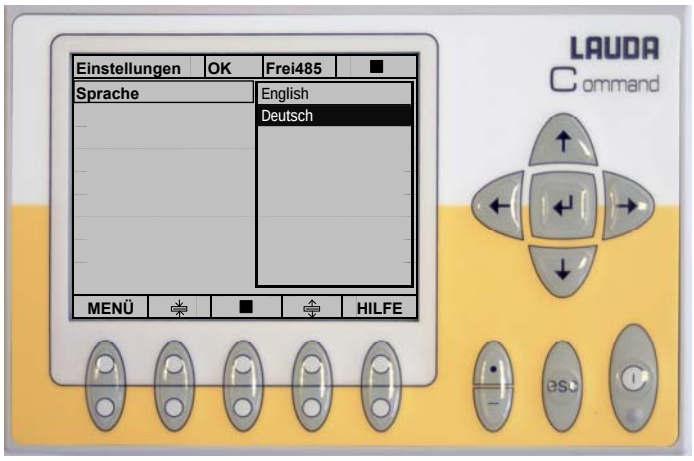
Die dunkel hinterlegte Stufe markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten ↑ ↓ können die einzelnen Stufen angewählt werden.

Bestätigung mit ↵.

4.4.6.5 Sprache

Auswahl der Sprache der Menüführung und des Ausdruckes.



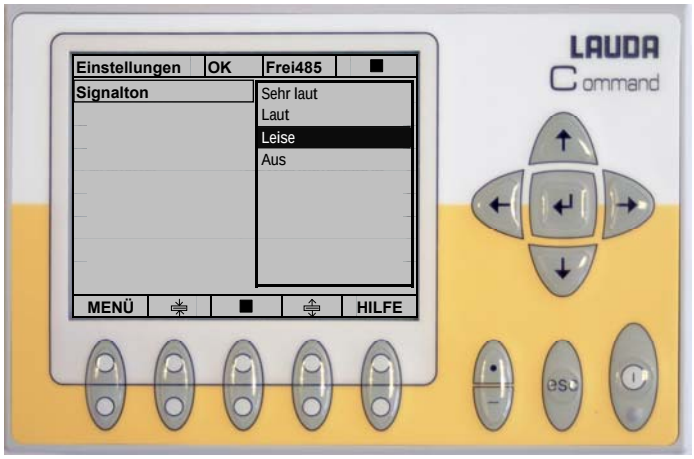
Der dunkel hinterlegte Streifen markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten kann die entsprechende Sprache angewählt werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.6 Signalton

Einstellen und Anpassen der Lautstärke bzw. Ausschalten des Signaltons.



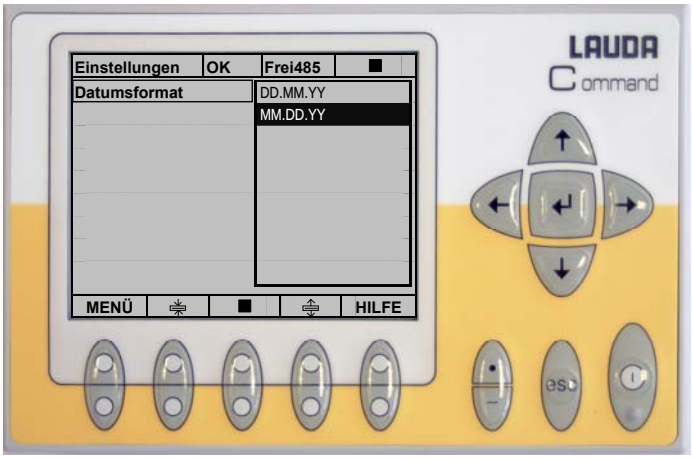
Der dunkel hinterlegte Streifen markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten können die einzelnen Stufen angewählt werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.7 Datumsformat

Einstellen des Ausgabeformates des Datums bei der Anzeige und beim Ausdruck.



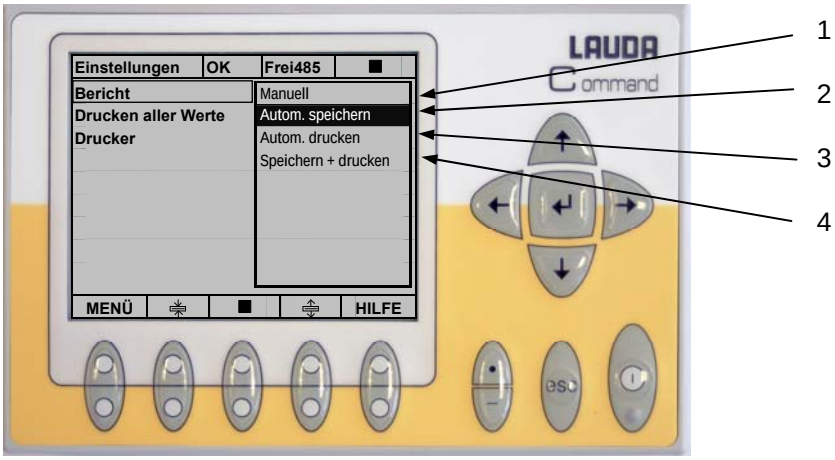
Der dunkel hinterlegte Streifen markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten kann die entsprechende Ausgabe angewählt werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.8 Bericht

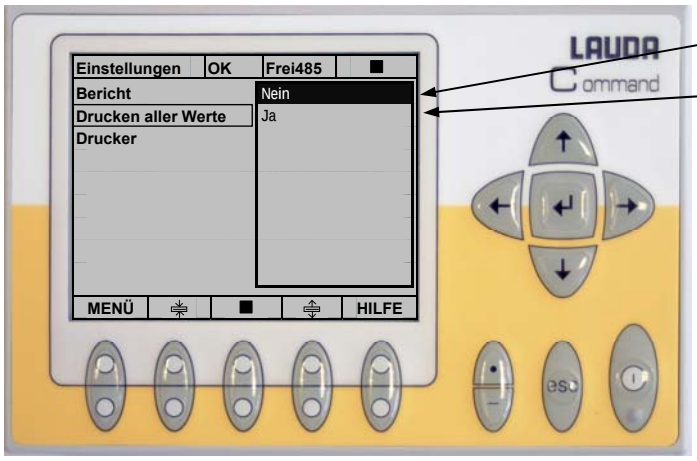
Spezifizierung der Dokumentation.



1. **Manuell**
   Speichern und Drucken mittels entsprechender Softkeytaste am Ende der Messung oder im Untermenü Messung anzeigen.
2. **Autom. speichern**
   Automatisches Speichern der Messergebnisse und der Einstellparameter am Ende einer Messung.
3. **Autom. Drucken**
   Automatisches Drucken der Messergebnisse und der Einstellparameter am Ende einer Messung.
4. **Speichern + drucken**
   Automatisches Speichern und Drucken der Messergebnisse und der Einstellparameter am Ende einer Messung.

4.4.6.9 Drucken aller Werte

Mit der Einstellung „Drucken aller Werte“ wird direkt während der Messung gedruckt. Alle Einzelmessungen werden am Drucker ausgegeben.



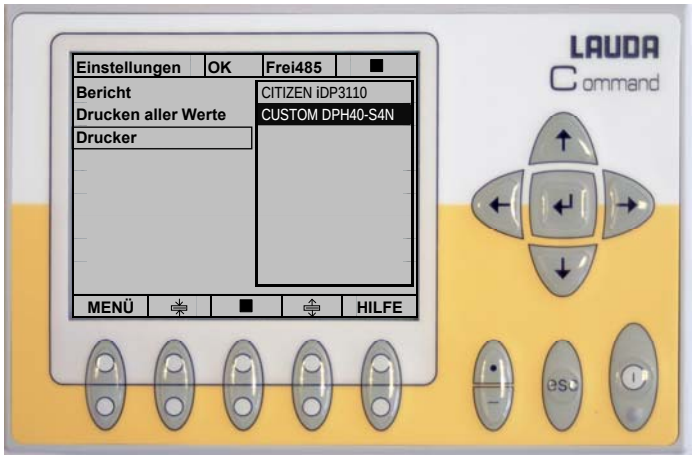
Der dunkel hinterlegte Streifen markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten kann die entsprechende Ausgabe angewählt werden.

Bestätigung mit .

4.4.6.10 Drucker

Einstellen des angeschlossenen Druckers.



Der dunkel hinterlegte Streifen markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten kann die entsprechende Ausgabe angewählt werden.

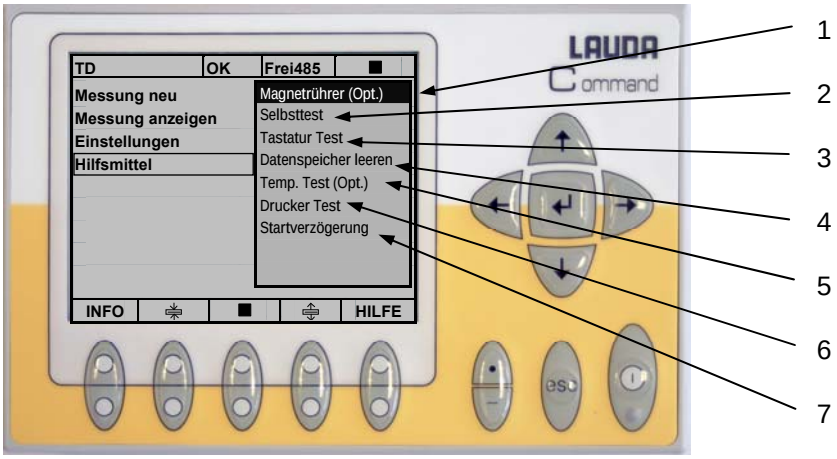
Bestätigung mit .

☞	Der aktuell als Zubehör erhältliche Drucker ist der CUSTOM DPH40-S4N. (⇨8.5.1)

4.4.7 Untermenü „Hilfsmittel“

Zusätzliche Einstellungen für Zubehör und Test einzelner Komponenten**.** Es können die entsprechenden Untermenüs angewählt werden.

Durch Bestätigen mit ↵ Return werden diese ausgewählt.



1. Magnetrührer (Opt.)
Zur Durchmischung von dispersen Proben. Die Rührfrequenz kann über 8 Stufen variiert werden.

☞	Diese Rühreinstellung ist beim als Zubehör erhältlichen Temperier- und Rührblock PTT z.Z. ohne Funktion. Einstellung der Rührfrequenz direkt am PTT. Bedienungsanleitung PTT beachten!

2. Selbsttest
Die Ergebnisse des automatisch nach jedem Einschalten durchgeführten Selbsttests (Status CPU und RAMs sowie Systeminformation) werden hier angezeigt.

3. Tastaturtest
Erlaubt den Funktionstest aller Tasten des COMMAND Moduls.

4. Datenspeicher leeren
Alle gespeicherten Messergebnisse werden gelöscht. Der Speicher wird freigegeben.

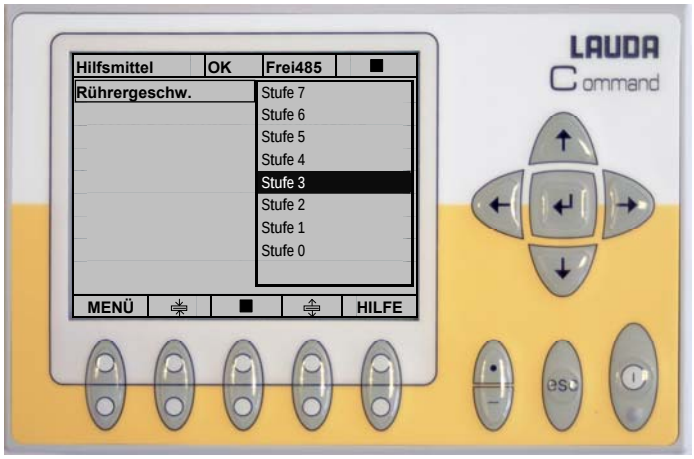
5. Temp. Test (Opt.)
Zeigt die aktuell vom externen Temperaturfühler gemessene Temperatur an.

6. Drucker Test
Druckt eine Testseite.

7. Startverzögerung
Ermöglicht die sekundengenaue Verzögerung des Starts.

4.4.7.1 Magnetrührer (Opt.)

Einstellung der Rührfrequenz eines externen Rührers.



Die dunkel hinterlegte Stufe markiert die aktuelle Einstellung.

Mit den Cursortasten ↑ ↓ können die einzelnen Stufen angewählt werden.

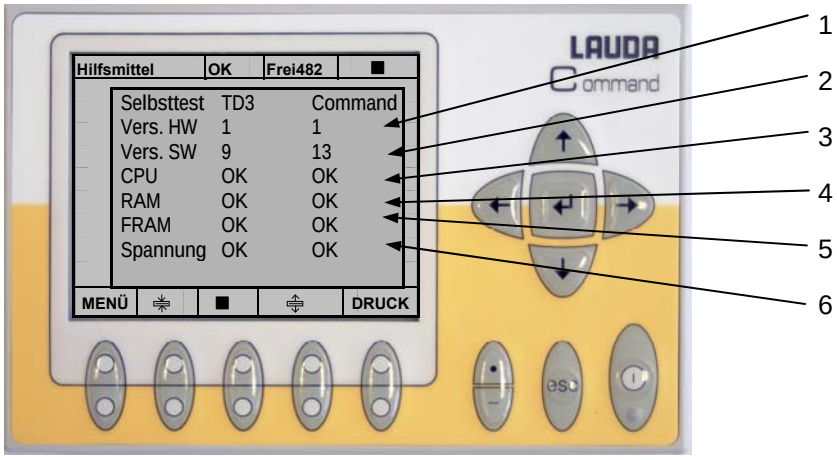
Bestätigung mit ↵.

☞	Ein externer Rührer kann momentan nicht angesteuert werden. Wir empfehlen die Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT.

4.4.7.2 Selbsttest

Anzeige der Ergebnisse des automatisch nach jedem Einschalten durchgeführten Selbsttests.

Die Ergebnisse werden für TD 3 und COMMAND getrennt aufgelistet.

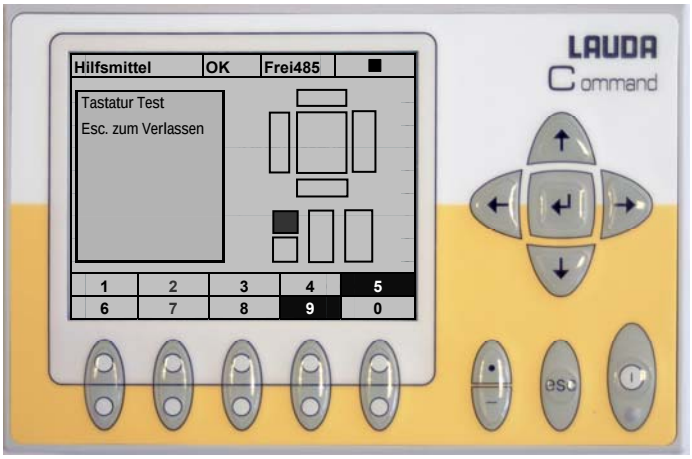


1. **Vers. HW**
   Hardwareversion
2. **Vers. SW**
   Softwareversion
3. **CPU**
   Hauptprozessor (CPU)
4. **RAM**
   Arbeitsspeicher
5. **FRAM**
   Nichtflüchtiger Speicher
6. **Spannung**

4.4.7.3 Tastaturtest

Funktionsprüfung der einzelnen Tasten der COMMAND.

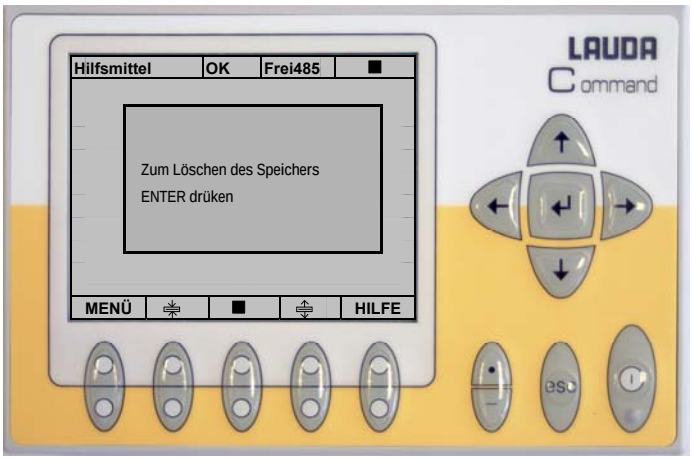
Die Tasten sind vereinfacht dargestellt. Die gedrückte Taste erscheint bei korrekter Funktion dunkel und bleibt dunkel.



Verlassen mit esc.

4.4.7.4 Datenspeicher leeren

Löschen aller Daten des internen Speichers.



Bestätigung mit ↵.

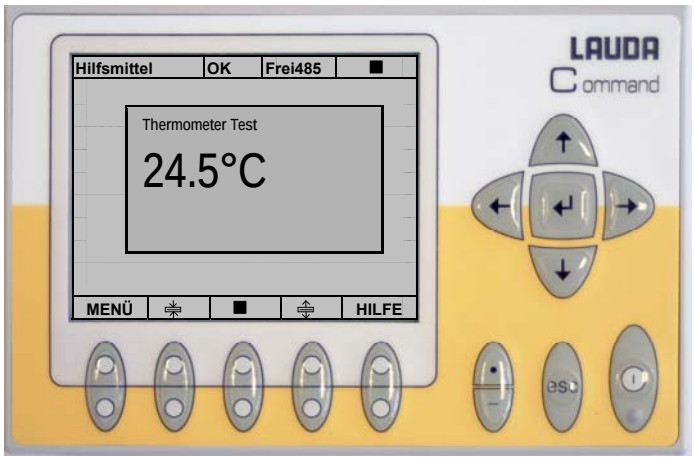
Abbrechen mit esc.

Zurück zum Hauptmenü mit der Softkeytaste **MENÜ**.

☞	Nach dem Löschen erscheint in der Statuszeile **Frei500**, es steht Speicherplatz für 500 Messungen zur Verfügung.
☞	Die eingestellten Parameter bleiben erhalten.

4.4.7.5 Temp. Test (Opt.)

Test des externen Thermometers. Es wird die gemessene Temperatur angezeigt.



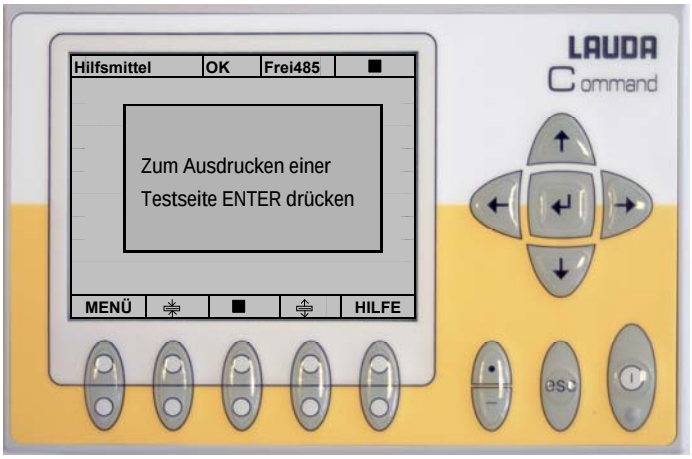
Abbrechen mit esc.

Zurück zum Hauptmenü mit der Softkeytaste **MENÜ**.

☞	Falls kein Thermometer angeschlossen ist, bleibt das Feld leer.

4.4.7.6 Drucker Test

Ausdrucken einer Testseite auf den externen Drucker.



Bestätigung mit ↵.

Abbrechen mit esc.

Zurück zum Hauptmenü mit der Softkeytaste **MENÜ**.

```
==================
LAUDA
Tensiometer TD3
---------------------------------
Drucker Test

 !“#$%&`()*+,-./
0123456789:;<=<?
@ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWYZ[\]~_
`abcdefghijklmno
pqrstuvwxyz{¦}~§
 !“#$%&`()*+,-./
0123456789:;<=<?
@ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWYZ[\]~_
`abcdefghijklmno
pqrstuvwxyz{¦}~§

---------------------------------
Gedruckt 25.02.09  16:05:38
==================
```

5 Messung von Ober- und Grenzflächenspannung

5.1 Messen mit der Wilhelmy-Platte (optionales Zubehör)

5.1.1 Vorbereitung der Messung

1. Einschalten des TD 3 am Ein- Ausschalter des externen Netzteils.
2. Mittels Softkey bzw. den Probentisch in eine mittlere bzw. bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT in die unterste Position fahren. Auf ausreichend Platz zum Wechseln des Probenglases und zum Einhängen der Wilhelmy-Platte achten.
3. Wilhelmy-Platte frei am Haken des Messsystems aufhängen,

	Pinzette verwenden und eine Berührung mit der Hand und der Messprobe unbedingt vermeiden.

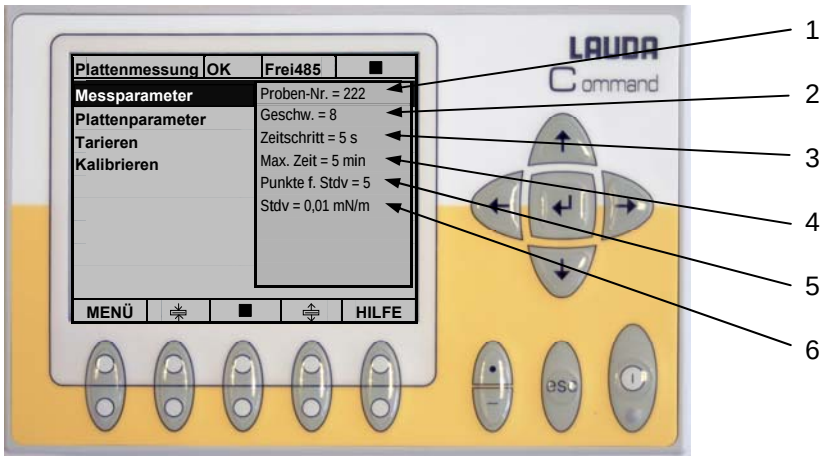
4. Probengefäß mit ausreichend Probenflüssigkeit zum Tarieren auf den Probentisch in die dafür vorgesehene Aussparung stellen.

	Bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT dieses auf den Probentisch an die dafür vorgesehene Position stellen, Probengefäß einsetzen.

5.1.2 Überprüfen und Einstellen der Wilhelmy-Platte Daten

5.1.2.1 Messparameter eingeben

Hauptmenü ⟹	Messung neu ⟹	Plattenmessung ⟹	Messparameter
			⟹ Plattenparameter



1. **Probennummer**
   Ziffernfolge zur eindeutigen Identifizierung der Probe.

2. **Geschw**.
   Hubgeschwindigkeit des Probentisches, (1…10)

☞	Bei der Plattenmessung wird in der Regel mit max. Geschwindigkeit gearbeitet.

3. **Zeitschritt**
   Pausenzeit zwischen Einzelmessungen (1… 250) s

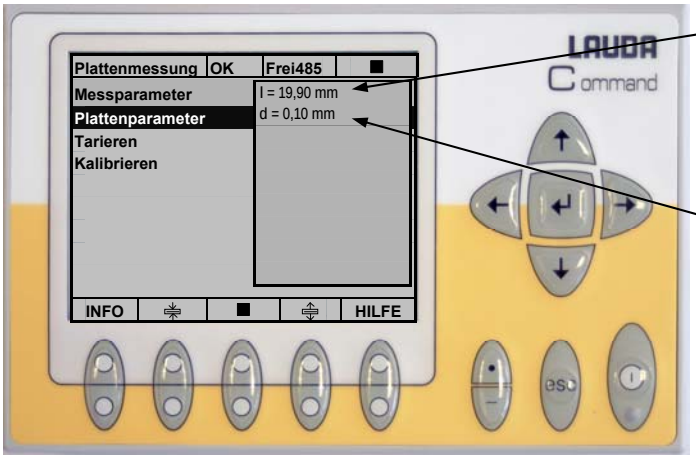
4. **Max. Zeit**
   Maximale Messdauer, nach Ablauf stoppt die Messung automatisch, es erfolgt eine Auswertung.

5. **Punkte f. Stdv**
   Festlegung der Anzahl der letzten, gemessenen Werte für die Ermittlung der Standardabweichung.

6. **Stdv**
   Vorgabe der zulässigen Standardabweichung der letzten Messpunkte. Bei Unterschreiten dieses Wertes gelten die Messwerte als stabil. Die Messung wird beendet.

☞	In der Regel soll ein Wert von 0,1 mN/m erreicht werden.

5.1.2.2 Plattenparameter (Geometriedaten) eingeben



l
Die genaue Länge der Wilhelmy-Platte eingegeben.

Bereich: (10…30) mm.

d
Die genaue Dicke der Wilhelmy-Platte eingegeben.

Bereich: (0,05…0,1) mm.

Die angezeigten, voreingestellten Werte entsprechen der als Zubehör erhältlichen Wilhelmy-Platte. (⇨8.5.1)

Diese entspricht DIN 53914.

☞	Der zuletzt eingestellte Wert bleibt gespeichert.

5.1.3 Tarierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus muss das Gewicht der Wilhelmy-Platte neu austariert werden.

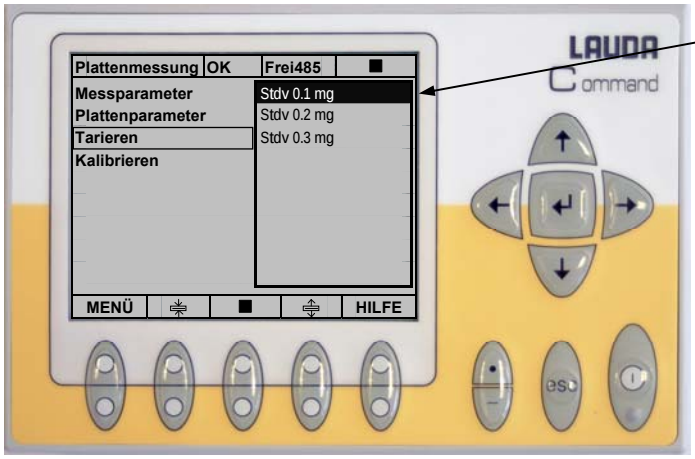
Haupt-menü	⟹	Messung neu	⟹	Platten-messung	⟹	Tarieren	⟹

Messung Oberflächenspannung:

☞	Platte frei hängend tarieren

Messung Grenzflächenspannung:

☞	Platte in der leichteren Phase komplett eingetaucht tarieren.



Stdv

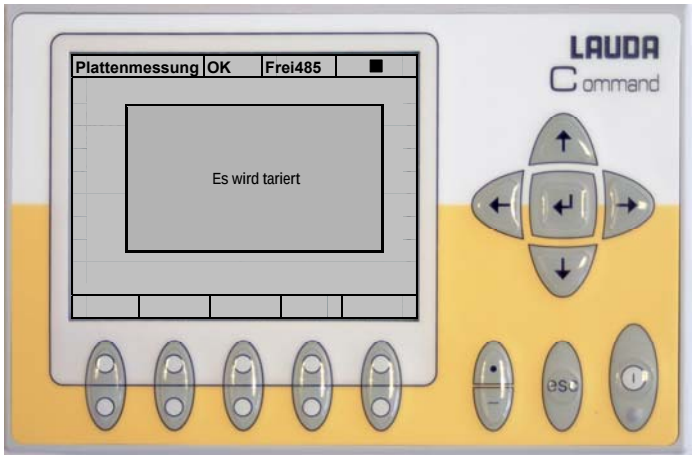
Standardabweichung der Tarierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Tarierung.

Die Abweichung darf während der Messung der Platte nicht größer als der eingestellte Wert sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

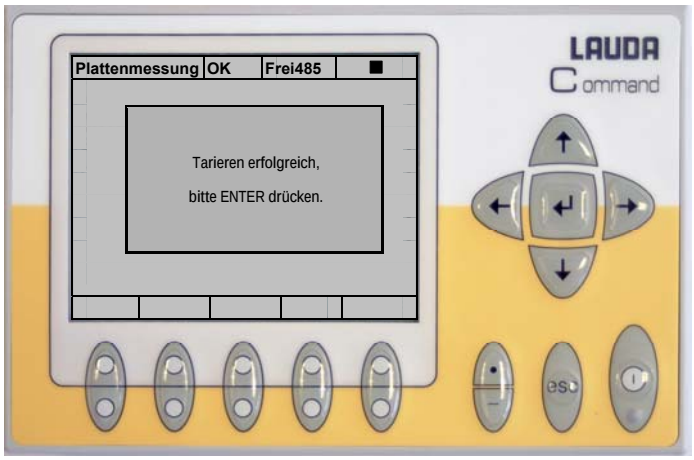
☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0,1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Es wird tariert

Die Gewichtsmessung für die Tarierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



Tarierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

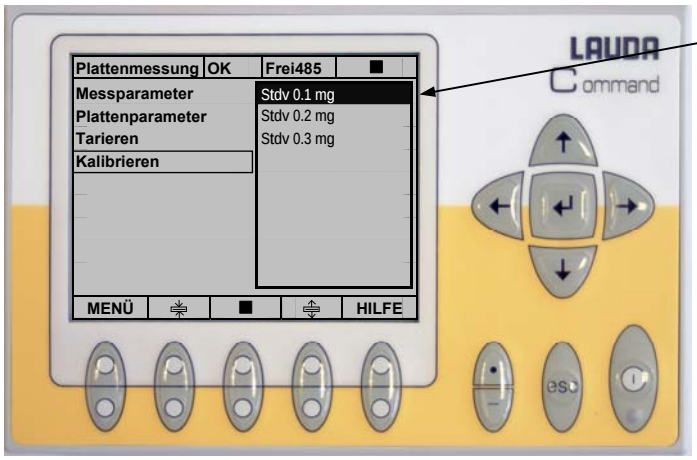
Die Tarierung kann mit esc abgebrochen werden.

5.1.4 Kalibrierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus sollte die Kraftmesszelle kalibriert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Platten-messung	⟹	Kalibrieren	⟹

☞	Messkörper und Kalibriergewicht muss frei hängen.



Stdv

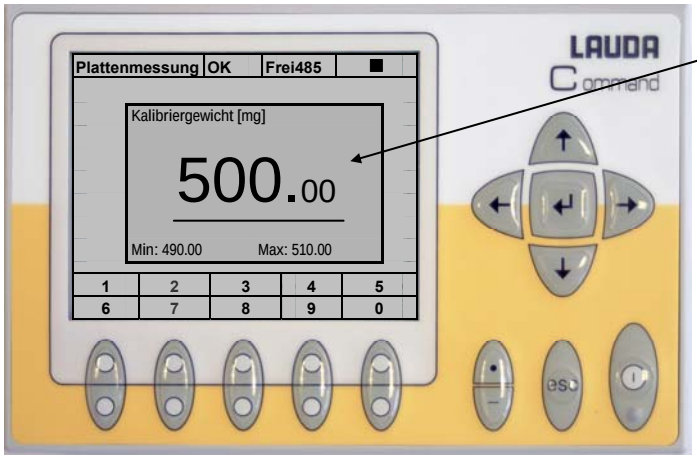
Standardabweichung der Kalibrierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Kalibrierung.

Die Abweichung darf während der Messung der Platte und des Kalibriergewichtes nicht größer als der eingestellte Wer sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0,1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Kalibriergewicht [mg]

Vorgegebenes bzw. separat bestimmtes Kalibriergewicht eingeben.

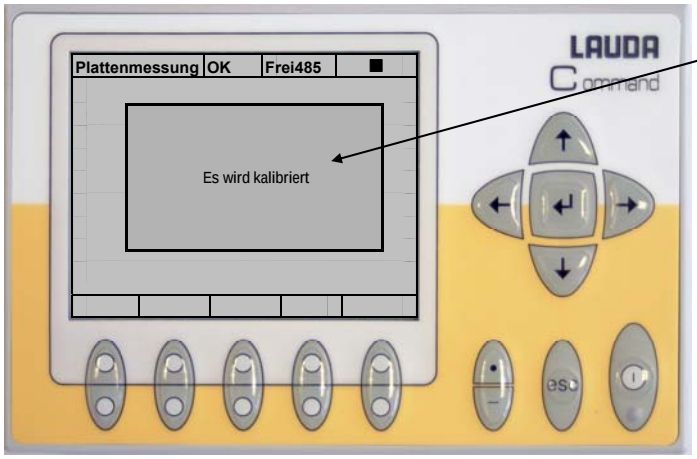
Mit den Cursortasten ← → können die einzelnen Ziffern angewählt und über die

entsprechende Softkeytaste geändert werden.

☞	Das Kalibriergewicht vorsichtig zusätzlich zur Wilhelmy-Platte einhängen.

Bestätigung mit ↵ startet die Kalibrierung.

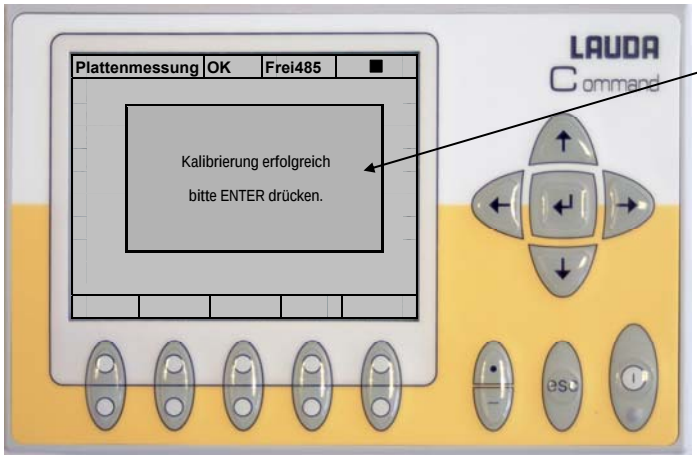
☞	Das Gewicht des Bügels kann geringfügig vom Nennwert 500 mg (max. ± 1 mg) abweichen. Wenn eine Genauigkeit < 1 mg gefordert wird ist eine präzise Bestimmung mittels einer Semimikrowaage notwendig. Toleranzbereich der mitgelieferten Kalibriergewichte zwischen 490 und 510 mg.



Es wird kalibriert

Die Gewichtsmessung für die Kalibrierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



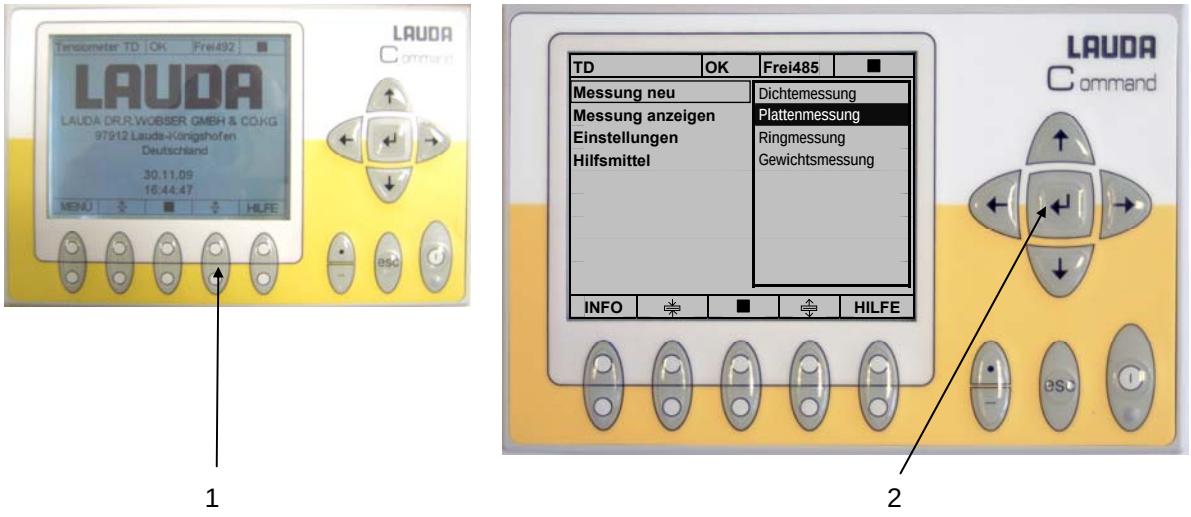
Kalibrierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

Die Kalibrierung kann mit esc abgebrochen werden.

☞	Kalibriergewicht vorsichtig abnehmen.

5.1.5 Messen mit der Wilhelmy-Platte

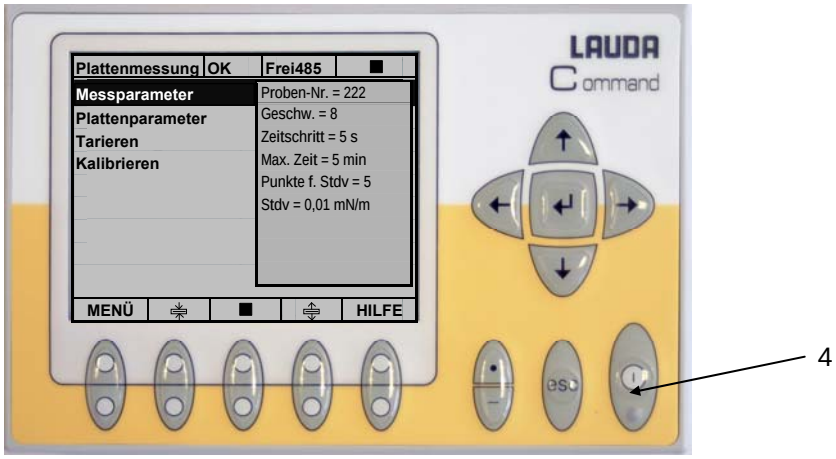


1. Probentisch mit Softkeytaste absenken,
Glas mit Probe einstellen.

☞	Platte darf die Probe nicht berühren.

2. Messung neu, Plattenmessung mit ↵ bestätigen.

3. Prüfen und anpassen der Messparameter.



4. Mit Messung starten, die LED leuchtet.

Der Probentisch fährt mit der eingestellten Geschwindigkeit nach oben bis die Probe die Platte berührt. Die Messzelle detektiert den Kontakt mit der Flüssigkeit und stoppt den Motor.

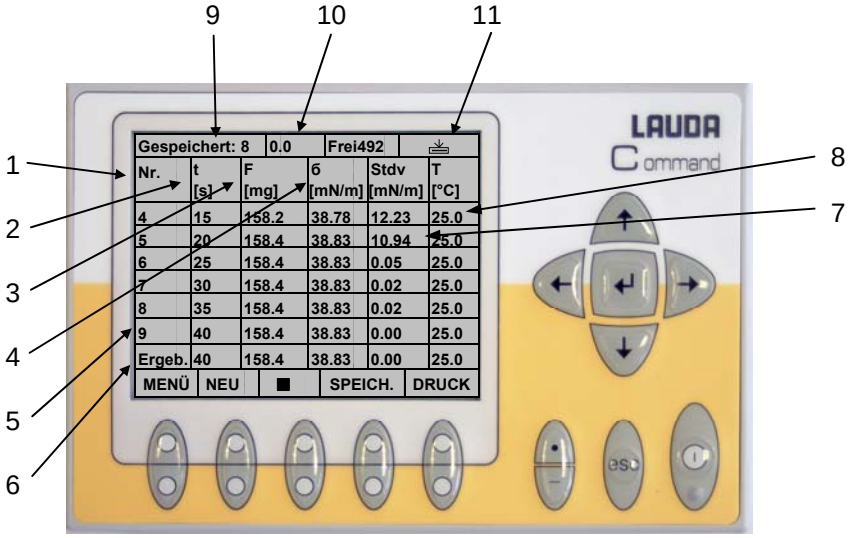
In der Anzeige erscheint der erste Messwert, die absolute Oberflächenspannung in mN/m.

In vordefinierten Zeitschritten wird die Messung wiederholt und solange in die Liste eingetragen, bis entweder die geforderte Messwertstabilität erreicht, oder die maximale Messdauer überschritten ist.

☞	Der Wert ist korrekt, wenn sich der Meniskus beidseitig gleichförmig über die ganze Plattenlänge ausgebildet hat und keine signifikanten Dellen oder Lücken aufweist.

☞	Bei Grenzflächenspannungsmessung muss unmittelbar nach Stopp des Motors vorsichtig die leichtere Phase überschichtet werden, bis die Platte vollständig eingetaucht ist. Die angezeigte Kraft nimmt ab und entspricht der Grenzflächenspannung.

Anzeige während der Messung



1. Messpunkt

2. Messdauer [s]

3. Kraft [mg]

4. Oberflächenspannung bzw. Grenzflächenspannung [mN/m]

5. Anzeige der aktuellen Messreihe

6. Ergebnis der Messreihe

7. Standardabweichung über die definierten Messpunkte

8. Anzeige des externen Temperaturfühlers bzw. Temperatur des Temperier- und Rührblockes PTT

☞	Falls kein Thermometer angeschlossen ist, bleibt das Feld leer.

9. Anzahl bereits gespeicherter Messreihen

10. Aktuell gemessene Gewichtskraft

11. Status des Probentisches

☞	Nach Beendigung der Messung wird aus den definierten Messpunkten als Ergebnis die statische Ober- bzw. Grenzflächenspannung ermittelt und zusammen mit der Messdauer und der Standardabweichung in die nächste Zeile der Tabelle eingetragen (6). Diese Werte können zusammen mit den Messparametern zwischengespeichert oder auf einem Protokolldrucker ausgegeben werden
☞	Wird ein Ausdruck der Messreihe benötigt so kann dies über „Drucken aller Werte“ (⇨4.4.6.9) während der Messung erfolgen.

5.2 Messen mit dem Du Noüy-Ring

5.2.1 Vorbereitung der Messung

1. Einschalten des TD 3 am Ein- Ausschalter des externen Netzteils.
2. Mittels Softkey bzw. den Probentisch in eine mittlere bzw. bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT in die unterste Position fahren. Auf ausreichend Platz zum Wechseln des Probenglases und zum Einhängen des Du Noüy-Rings achten.
3. Du Noüy-Ring frei am Haken des Messsystems aufhängen,

☞	Pinzette verwenden und eine Berührung mit der Hand und der Messprobe unbedingt vermeiden.

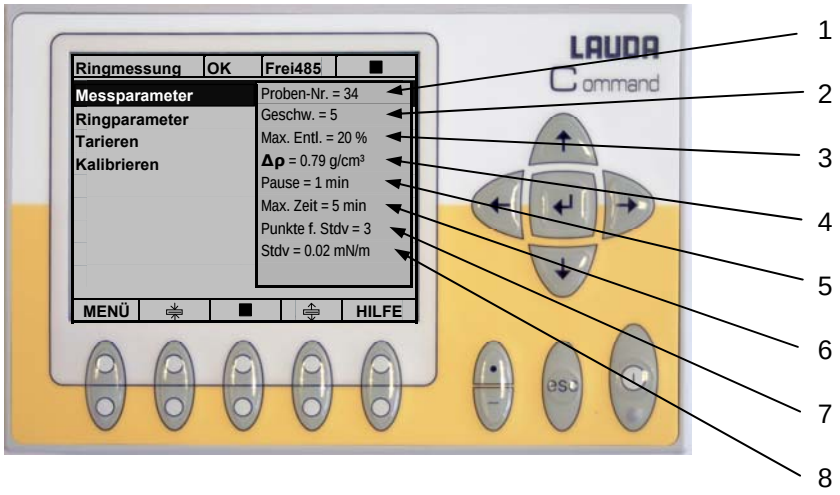
4. Probengefäß mit ausreichend Probenflüssigkeit zum Tarieren auf den Probentisch in die dafür vorgesehene Aussparung stellen.

☞	Bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT dieses auf den Probentisch an die dafür vorgesehene Position stellen, Probengefäß einsetzen.

5.2.2 Überprüfen und Einstellen der Ringparameter

5.2.2.1 Messparameter eingeben

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Ringmessung	⟹	Messparameter
					⟹	Ringparameter



1. **Proben-Nr.**
   Ziffernfolge zur eindeutigen Identifizierung der Probe.

2. **Geschw.**
   Hubgeschwindigkeit des Probentisches, (1…10)

☞	Zur Vermeidung von Viskositätseinflüssen entsprechend langsam fahren. Im Viskositätsbereich 0,5 – 5mm²/s wird im Allgemeinen mit dem Wert 5 ein gutes Ergebnis erzielt.

3. **Max. Entl.**
   Legt fest, wie weit der Ring nach Erkennen des Kraftmaximums zurückgezogen wird.

   Beispiel:
   Hier wird der Ring nach Detektion des ersten Maximums zurückbewegt bis 20% der Maximalkraft erreicht sind. Der Ring bleibt über dem Niveau der Grenzfläche stehen bis nach vorgegebener Pausenzeit die nächste Extraktion gestartet wird. Bei Eingabe von 100% fährt der Ring vollständig bis zur Grenzfläche zurück.

☞	In 90% der Fälle führt der eingestellte Wert von 20% zu guten Messergebnissen. Bei Benetzungsproblemen (z.B. vorzeitigem Lamellenabriss) entsprechend ändern.

4. $\Delta\rho$
   Dichte der Probe bzw. bei Messung Grenzflächenspannung die Dichtedifferenz zwischen den Phasen. Notwendig für Ringkorrektur.

☞	Für wässrige Lösungen bei 20°C gilt der Wert von 0.99 g/cm³. Eine Genauigkeit von ± 0.01 ist ausreichend.

5. **Pause**
   Pausenzeit zwischen zwei Messpunkten.
   Einstellbereich: (1…120) min.

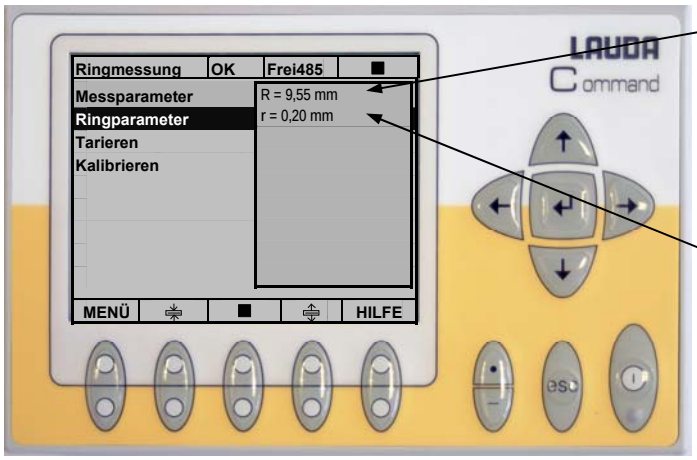
6. **Max. Zeit**
   Maximaldauer der Messung.
   Einstellbereich: (1…255) min.

7. **Punkte f. Stdv**
   Festlegung der Anzahl der letzten, gemessenen Werte für die Ermittlung der Standardabweichung.

8. **Stdv**
   Vorgabe der zulässigen Standardabweichung der letzten Messpunkte. Bei Unterschreiten dieses Wertes gelten die Messwerte als stabil. Die Messung wird beendet.

☞	In der Regel soll ein Wert von 0,1 mN/m erreicht werden.

5.2.2.2 Ringparameter (Geometriedaten) eingeben



R
Der genaue Radius (= halber Durchmesser bezogen auf Drahtmitte) des Du Noüy-Rings.

Bereich: (9,00 …9,99) mm.

r
Der genaue Radius des Ringdrahtes.

Bereich: (0,10…0,30) mm.

Die angezeigten, voreingestellten Werte entsprechen der Größe des mitgelieferten Du Noüy-Rings. Dieser entspricht DIN 53914.

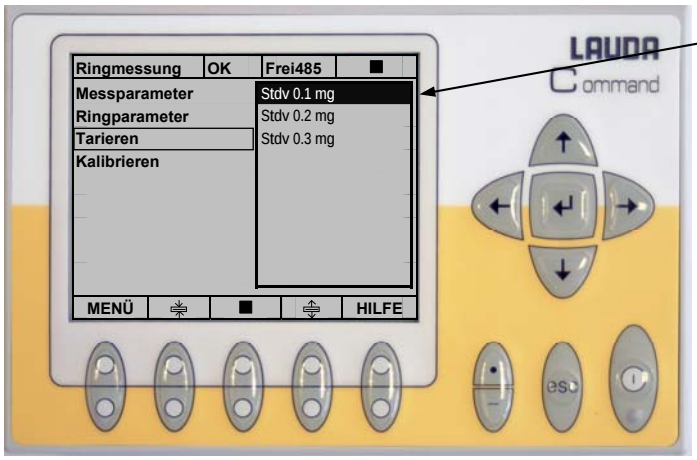
☞	Der zuletzt eingestellte Wert bleibt gespeichert.

5.2.3 Tarierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus muss das Gewicht des Ringes neu austariert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Ring-messung	⟹	Tarieren	⟹

☞	Ring frei hängend tarieren.



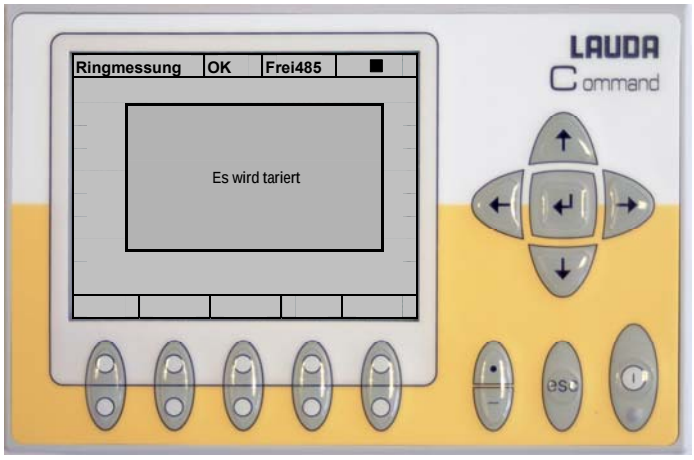
Stdv
Standardabweichung der Tarierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Tarierung.

Die Abweichung darf während der Messung des Ringes nicht größer als der eingestellte Wert sein.

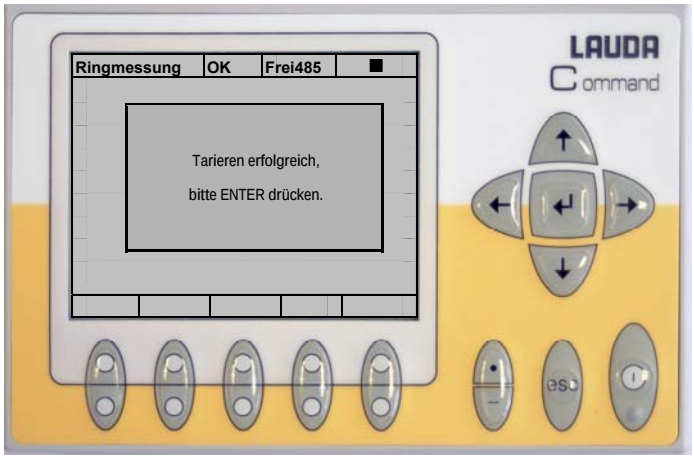
Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0.1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Es wird tariert
Die Gewichtsmessung für die Tarierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



Tarierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

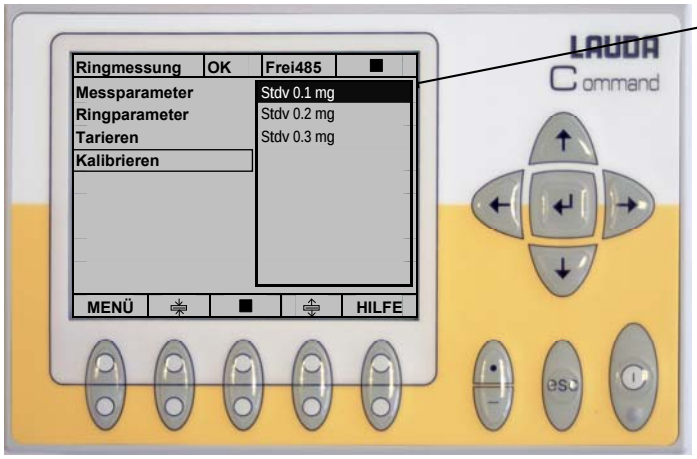
Die Tarierung kann mit esc abgebrochen werden.

5.2.4 Kalibrierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus sollte die Kraftmesszelle kalibriert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Ring-messung	⟹	Kalibrieren	⟹

☞	Kalibriert wird in einer Probenflüssigkeit mit exakt bekannter Dichte. Bewährt hat sich das Kalibrieren in reinem Wasser.



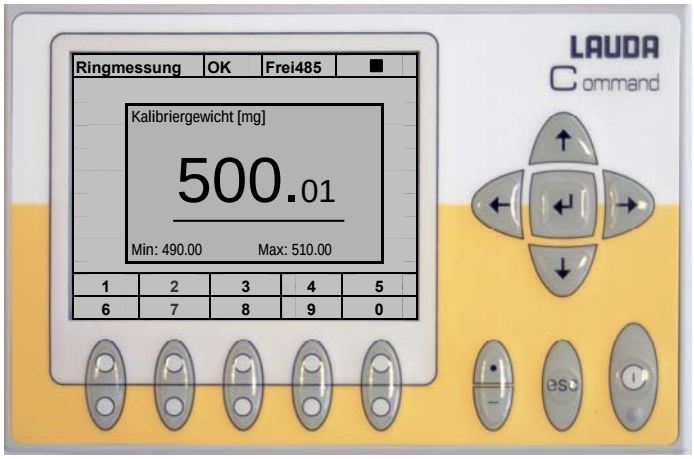
Stdv Standardabweichung der Kalibrierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Kalibrierung.

Die Abweichung darf während der Messung des Rings und des Kalibriergewichtes nicht größer als der eingestellte Wert sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0.1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Kalibriergewicht [mg]

Vorgegebenes bzw. separat bestimmtes Kalibriergewicht eingeben.

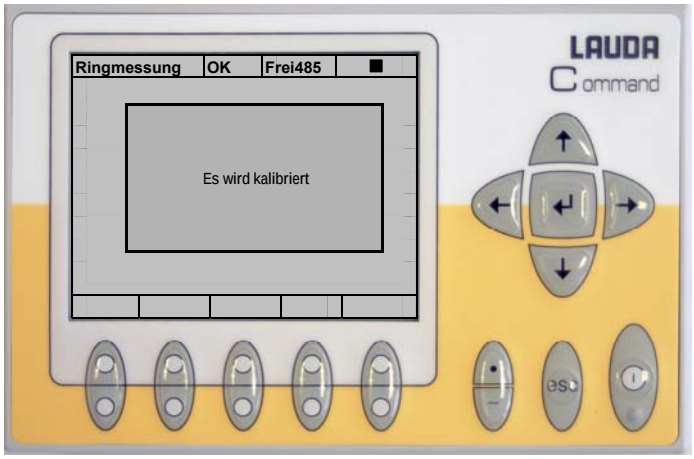
Mit den Cursortasten ← → können die einzelnen Ziffern angewählt und über die

entsprechende Softkeytaste geändert werden.

☞	Das Kalibriergewicht vorsichtig zusätzlich zum Ring einhängen.

Bestätigung mit ↵ startet die Kalibrierung.

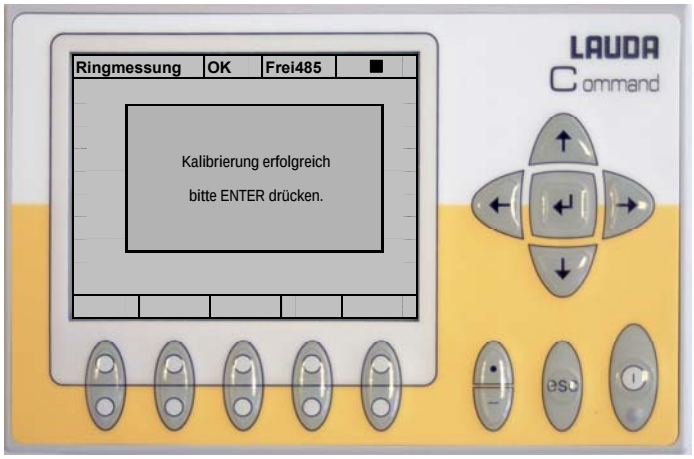
☞	Messkörper und Kalibriergewicht muss frei hängen.
☞	Das Gewicht des Bügels kann geringfügig vom Nennwert 500 mg (max. ± 1 mg) abweichen. Wenn eine Genauigkeit < 1 mg gefordert wird ist eine präzise Bestimmung mittels einer Semimikrowaage notwendig. Der Toleranzbereich für die mitgelieferten Kalibriergewichte ist auf 490 – 510 mg begrenzt.



Es wird kalibriert

Die Gewichtsmessung für die Kalibrierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



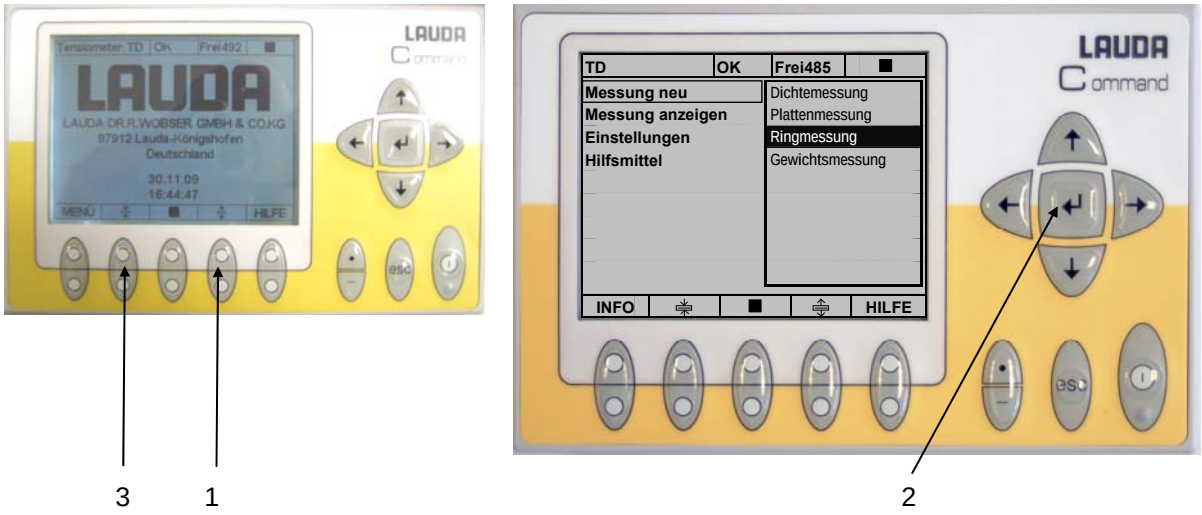
Kalibrierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

Kalibriergewicht vorsichtig abnehmen.

Die Kalibrierung kann mit esc abgebrochen werden.

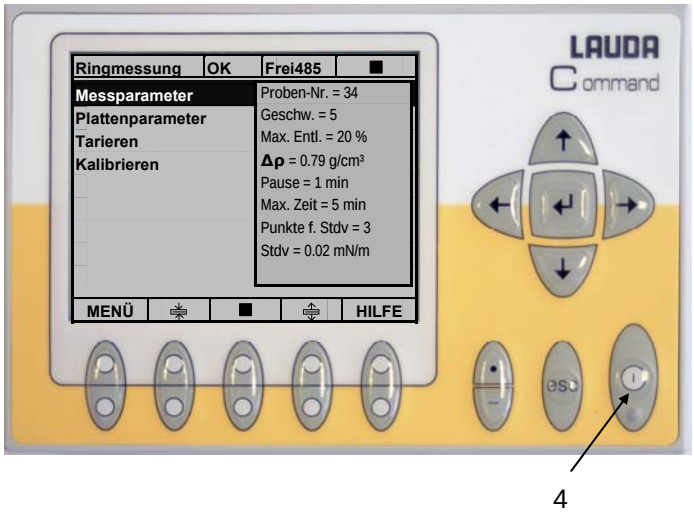
5.2.5 Messen mit dem Du Noüy-Ring



1. Probentisch absenken.
Glas mit Probe einstellen

☞	Messkörper und Kalibriergewicht muss frei hängen.

2. Messung neu, Ringmessung mit ↵ bestätigen.
Prüfen und anpassen der Messparameter.



3. Den Probentisch mit der eingestellten Geschwindigkeit nach oben fahren, bis der verstellbare obere Hubbegrenzer des Probentisches (⇨3) die Bewegung abschaltet. Dieser muss so eingestellt werden, dass der Ring ca. 2 mm in die Probenflüssigkeit eintaucht.

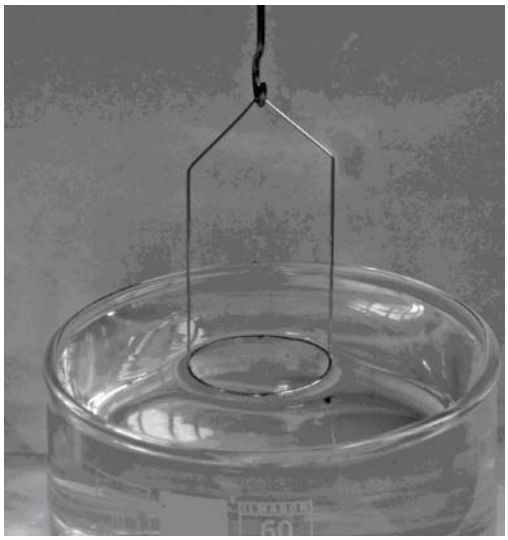
Bei schlechter Benetzung des Rings kann es vorkommen, dass der Ring aufschwimmt. In diesem Fall ist dieser gründlich zu reinigen und der Prozess zu wiederholen.

4. Mit ⏻ Messung starten, die LED leuchtet.

5. Der Probentisch bewegt sich nach unten, der Ring wird aus der Probe heraus gezogen. Bei Herausziehen aus der Flüssigkeit bildet sich die Lamelle. Hierbei nimmt die Kraft kontinuierlich zu, bis ein Kraftmaximum erreicht wird.

In der Anzeige erscheint der erste Messwert, die Maximalkraft in mg, die Zeit nach Start der Messung, sowie die daraus ermittelte und korrigierte Ober- bzw. Grenzflächenspannung.

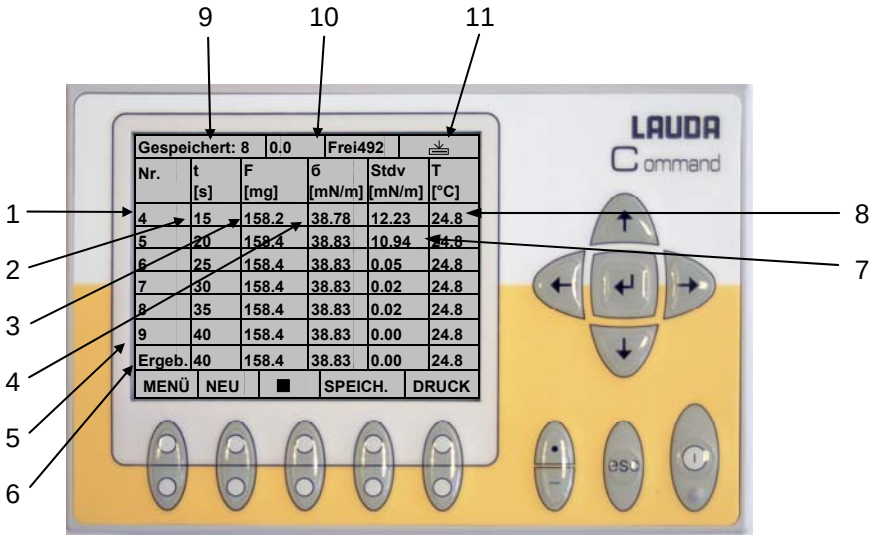
In vordefinierten Zeitschritten wird die Messung wiederholt und die Einzelmesspunkte in die Liste eingetragen, solange bis entweder die geforderte Messwertstabilität erreicht ist oder die maximale Messdauer überschritten ist.



☞	Der Wert ist korrekt, wenn sich der Meniskus gleichförmig über den ganzen Ring ausbildet.

☞	Bei Grenzflächenspannungsmessung wird das Probengefäß zunächst nur zur Hälfte mit der unteren Phase befüllt. Vor Start der Messung bei eingetauchtem Ring vorsichtig die leichtere Phase bis zu einer Dicke von ca. 15 mm überschichten ohne dass der Messring mit der oberen Phase in Kontakt kommt.

Anzeige der Messung



1. Messpunkt
   Entspricht der Zahl der detektierten und ausgewerteten Kraftmaxima.
2. Messdauer [s].
3. Kraft in [mg].
   Entspricht Maximalkraft.
4. Korrigierte Oberflächen- bzw. Grenzflächenspannung [mN/m].
5. Anzeige der aktuellen Messreihe.
6. Ergebnis der Messreihe.
7. Standardabweichung über die definierten Messpunkte.
8. Anzeige externer Temperaturfühler bzw. Temperatur des PTT.
   Kein Fühler, leere Spalte.
9. Anzahl bereits gespeicherter Messreihen.
10. Aktuell gemessene Gewichtskraft.
11. Status des Probentisches.

Nach Beendigung der Messung wird aus den definierten Messpunkten als Ergebnis die statische Ober- bzw. Grenzflächenspannung ermittelt und zusammen mit der Messdauer und der Standardabweichung in die nächste Zeile der Tabelle eingetragen (6). Diese Werte können zusammen mit den Messparametern zwischengespeichert oder auf einem Protokolldrucker ausgegeben werden.

☞	Wird ein Ausdruck der Messreihe benötigt so kann dies über „Drucken aller Werte“ (⇨4.4.6.9) während der Messung erfolgen.

5.2.6 Korrektur der Messung

Anders als beim Wilhelmy-Verfahren entspricht die beim Du Noüy-Verfahren gemessene Kraft nicht direkt der Ober- bzw. Grenzflächenspannung, da beim Herausziehen des Rings das Gewicht der zusammen mit Lamelle herausgezogenen Flüssigkeit zu berücksichtigen ist. Bei bekannter Dichte (Differenz) lässt sich dieser Effekt korrigieren. Beim TD 3 wird dies als Korrektur nach Zuidema & Waters automatisch berücksichtigt. Die angegebenen Messwerte sind absolut und müssen nicht nachbearbeitet werden.

Weitere Information zu den Korrekturen bei der Ring-Messung findet man in der im Anhang aufgeführten Literatur (10, 20, 21, 22). (⇨8.6)

6 Messung von Dichte und Gewicht

6.1 Dichtemessung

6.1.1 Vorbereitung der Messung

1. Einschalten des TD 3 am Ein- Ausschalter des externen Netzteils.

2. Mittels Softkey bzw. den Probentisch in eine mittlere bzw. bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT in die unterste Position fahren. Auf ausreichend Platz zum Wechseln des Probenglases und zum Einhängen des Verdrängungskörpers achten.

3. Verdrängungskörper frei am Haken des Messsystems aufhängen.

Verdrängungskörper muss sauber und trocken sei und darf die Probe nicht berühren.

	Pinzette verwenden und eine Berührung mit der Hand und der Messprobe unbedingt vermeiden.

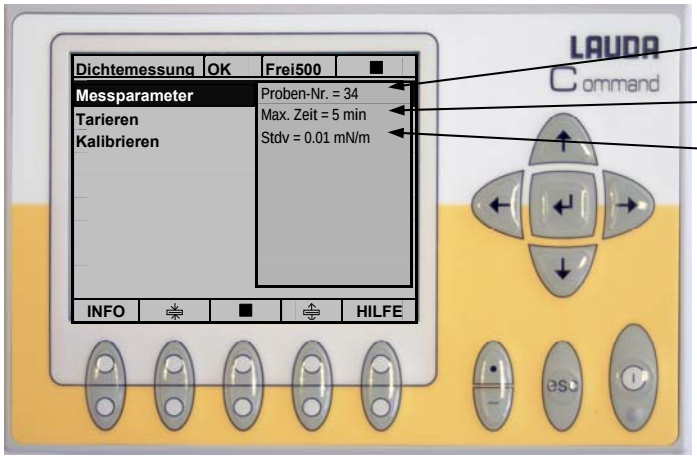
4. Probengefäß mit ausreichend Probenflüssigkeit auf den Probentisch in die dafür vorgesehene Aussparung stellen.

	Die zu vermessende Probe muss so hoch in das Probengefäß gefüllt werden, dass der Verdrängungskörper vollständig in die Probe eintauchen kann, ohne den Gefäßboden zu berühren. Bei Verwendung des Temperier- und Rührblockes PTT diesen auf den Probentisch an die dafür vorgesehene Position stellen, Probengefäß einsetzen.

6.1.2 Überprüfen und Einstellen der Messparameter

Messparameter eingeben

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Dichtemessung	⟹	Messparameter



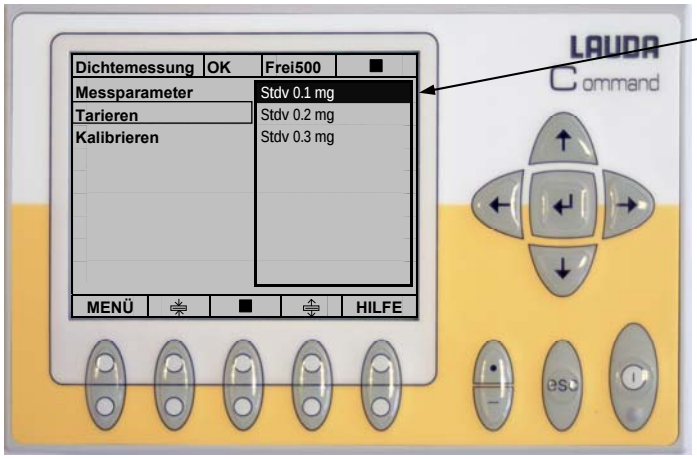
1. **Probennummer**
   Ziffernfolge zur späteren eindeutigen Identifizierung der Probe.
2. **Max. Zeit**
   Maximaldauer der Messung.
3. **Stdv**
   Vorgabe der zulässigen Standardabweichung der letzten Messpunkte. Bei Unterschreiten dieses Wertes gelten die Messwerte als stabil. Die Messung wird beendet.

6.1.3 Tarierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus muss der Messkörper an Luft tariert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Dichte-messung	⟹	Tarieren	⟹	

☞	Verdrängungskörper frei hängend tarieren.



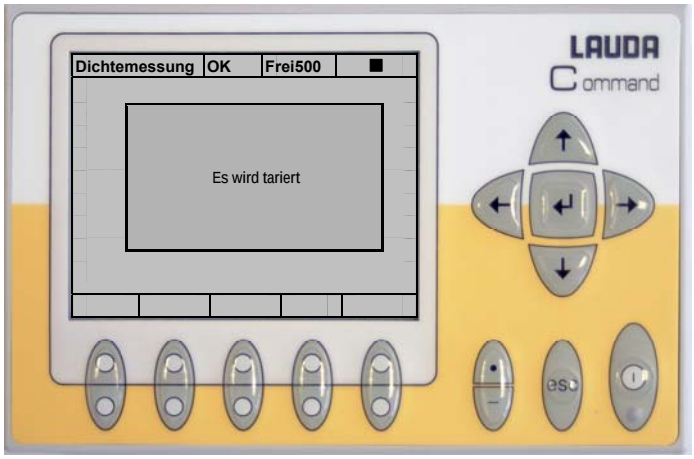
Stdv
Standardabweichung der Tarierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Tarierung.

Die Abweichung darf während der Messung des Auftriebskörpers nicht größer als der eingestellte Wert sein.

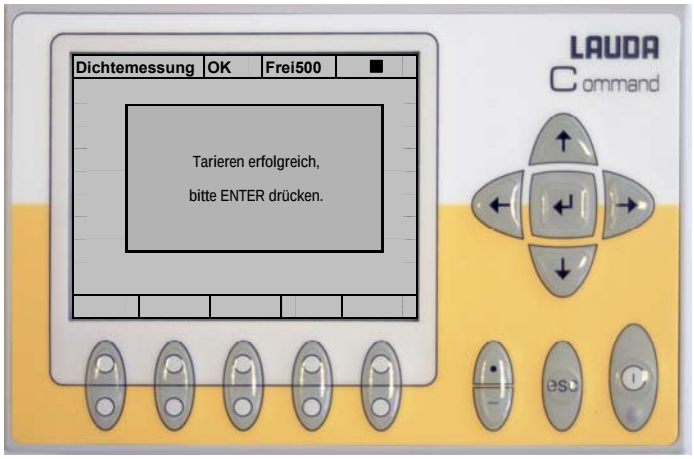
Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0.1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Es wird tariert
Die Gewichtsmessung für die Tarierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



Tarierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

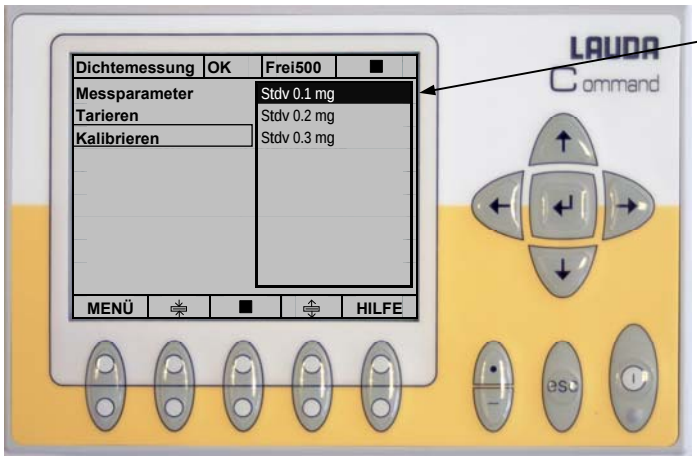
Die Tarierung kann mit esc abgebrochen werden.

6.1.4 Kalibrierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung von Messkörper und Messmodus sollte die Kraftmesszelle kalibriert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Dichte-messung	⟹	Kalibrieren	⟹

☞	Kalibriert wird in einer Probenflüssigkeit mit exakt bekannter Dichte. Bewährt hat sich das Kalibrieren in reinem Wasser.



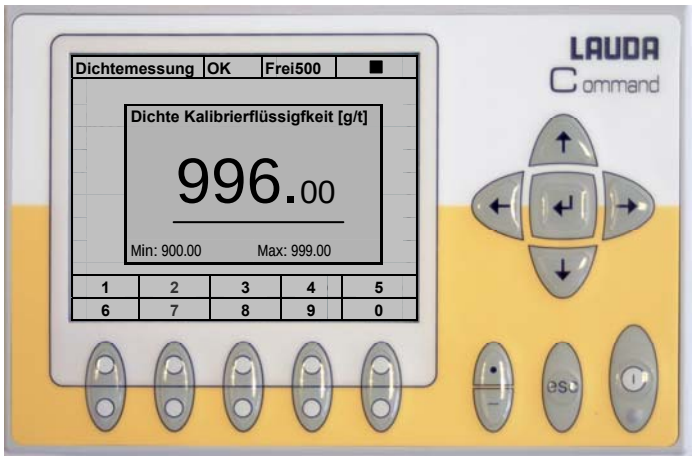
Stdv
Standardabweichung der Kalibrierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Kalibrierung.

Die Abweichung darf während der Messung der Platte und des Kalibriergewichtes nicht größer als der eingestellte Wert sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0,1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Dichte der Kalibrierflüssigkeit [g/l]

Vorgegebene bzw. separat bestimmte Dichte der Referenzflüssigkeit eingeben.

Mit den Cursortasten können die einzelnen Ziffern angewählt und über die

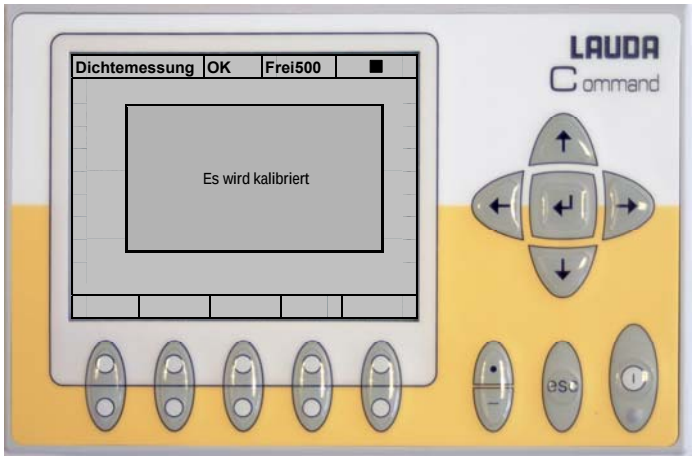
entsprechende Softkeytaste geändert werden.

Temperatur [°C]	Dichte [g/l]
15	998
16 - 22	997
23 - 26	996
27 - 29	995
30 - 33	994
33 - 35	993

In dieser Tabelle sind die meist benutzten Dichtewerte reinen Wassers gezeigt. Es genügt die Angabe von drei signifikanten Stellen.

Bestätigung mit startet die Kalibrierung.

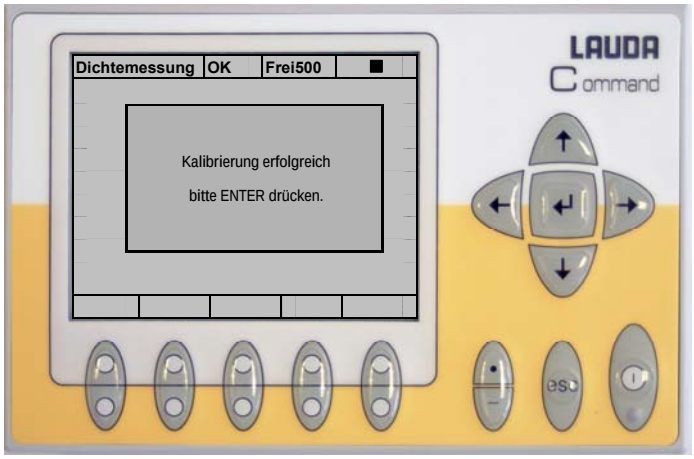
☞	Der austarierte Messkörper muss frei und vollständig in der Kalibrierflüssigkeit hängen.



Es wird kalibriert

Die Gewichtsmessung für die Kalibrierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



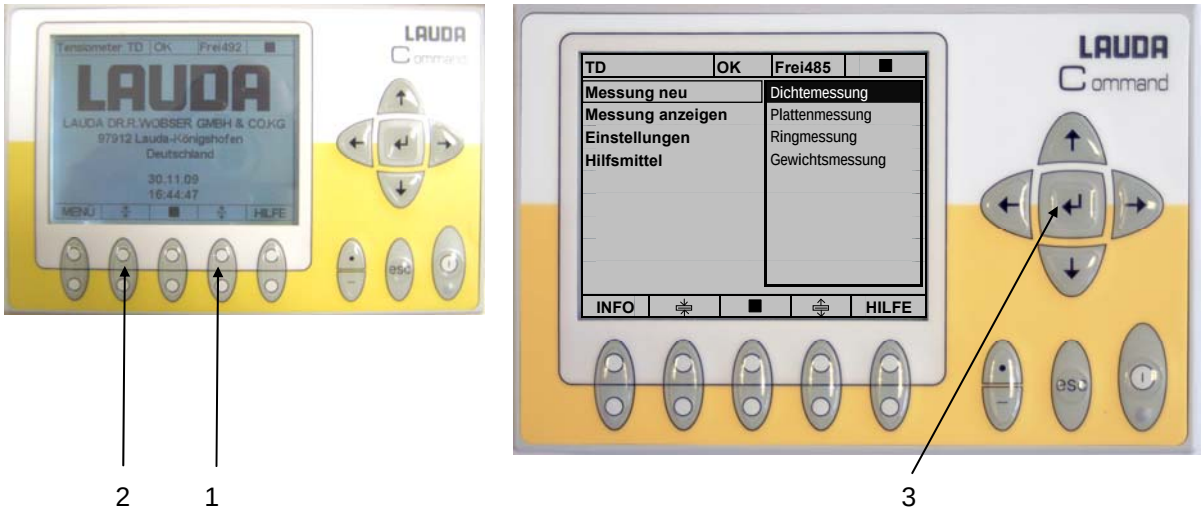
Kalibrierung erfolgreich

Bestätigung mit ↵.

Kalibriergewicht vorsichtig abnehmen.

Die Kalibrierung kann mit esc abgebrochen werden.

6.1.5 Messen der Dichte mit dem Auftriebskörper



1. Probentisch absenken.
Glas mit Probe einstellen.

☞	Verdrängerkörper reinigen, abtrocknen und wieder einhängen.

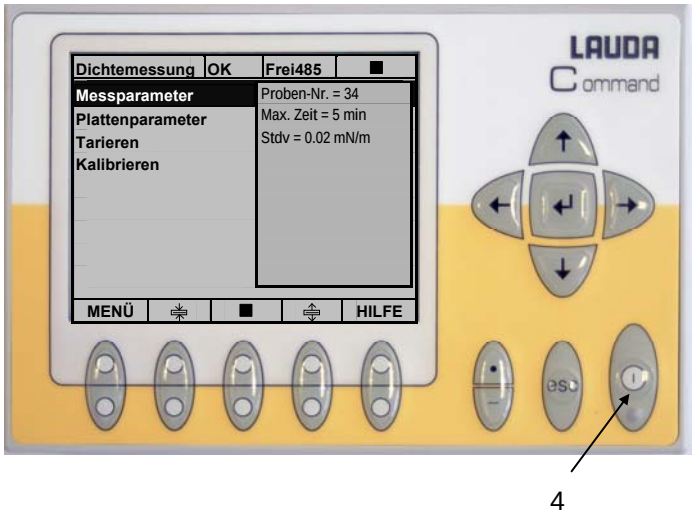
2. Probentisch hochfahren bis Auftriebskörper komplett eingetaucht ist.

☞	Der austarierte Messkörper muss frei und vollständig in der Messflüssigkeit hängen.

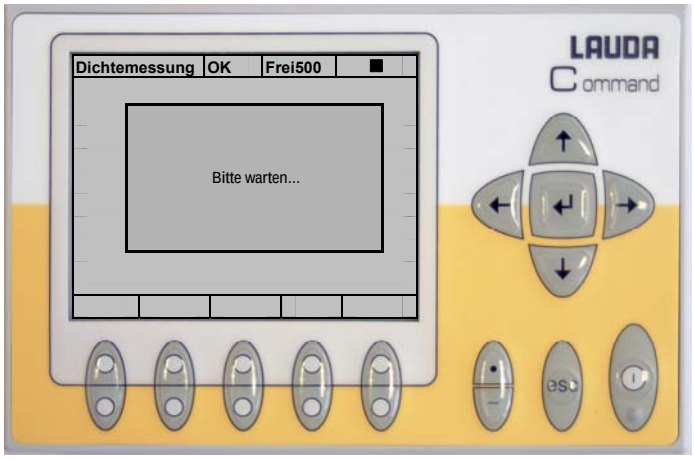
3. Messung neu, Dichtemessung mit ↵ bestätigen.

Prüfen und anpassen der Messparameter.

4. Mit Messung starten, die LED leuchtet.

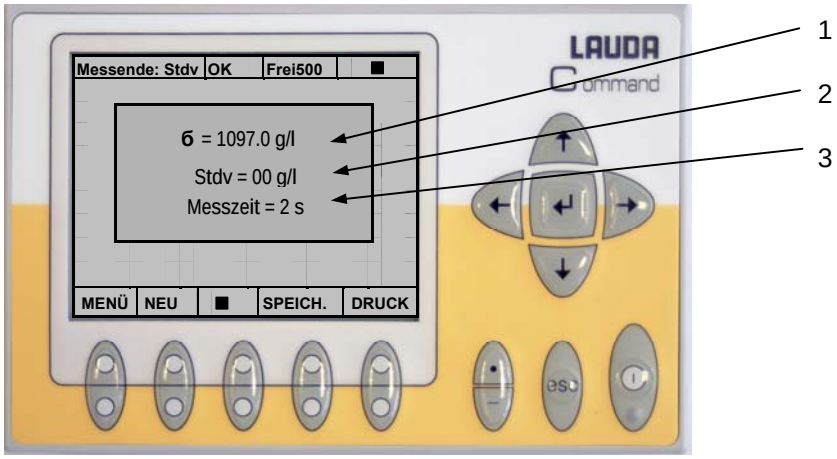


Anzeige während der Messung



Es werden 100 Messungen in einem Zeitraum von 2 Sekunden aufgenommen und die Standardabweichung ermittelt.

In vordefinierten Zeitschritten wird die Messung wiederholt bis entweder die geforderte Messwertstabilität erreicht ist, oder die maximale Messdauer überschritten ist.



1. Dichte ermittelt aus dem Mittelwert der Messwerte der Auftriebskraft der letzten 2 Sekunden.

2. Standardabweichung der zugrunde liegenden Messreihe.

3. Messzeit.

☞	Das Ergebnis kann zusammen mit den Messparametern zwischengespeichert oder auf einem Protokolldrucker ausgegeben werden.

6.2 Gewichtsmessung

6.2.1 Vorbereitung der Messung

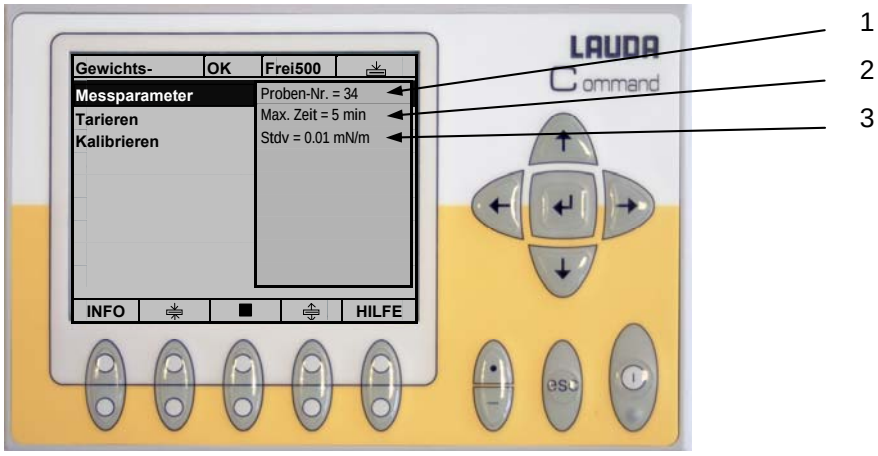
1. Einschalten des TD 3 am Ein/Ausschalters des externen Netzteils.
2. Mittels Softkey den Probentisch in die unterste Position fahren. Verstellbare untere Hubbegrenzung des Probentisches ganz nach unten schieben.
3. Die Probe direkt oder mit einem geeigneten Probenhalter an den Haken des Messsystems anbringen.

	Gesamtgewicht von Halter und Probe darf 5 g nicht überschreiten.

6.2.2 Überprüfen und Einstellen der Messparameter

Messparameter eingeben

Hauptmenü ⟹ Messung neu ⟹ Gewichtsmessung ⟹ Messparameter



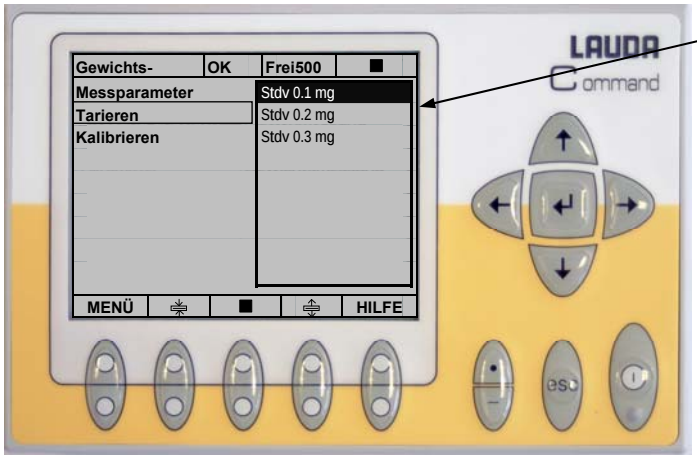
1. **Probennummer**
   Ziffernfolge zur späteren eindeutigen Identifizierung der Probe.
2. **Max. Zeit**
   Maximaldauer der Messung.
3. **Stdv**
   Vorgabe der zulässigen Standardabweichung der letzten Messpunkte. Bei Unterschreiten dieses Wertes gelten die Messwerte als stabil. Die Messung wird beendet.

6.2.3 Tarierung

Vor der ersten Messung und nach jeder Änderung des Messmodus muss das Gewicht des Hakens und falls verwendet das des Probenhalters tariert werden.

Hauptmenü	⟹	Messung neu	⟹	Gewichts-messung	⟹	Tarieren	⟹

☞	Haken frei hängen, Probenhalter einhängen.



Stdv

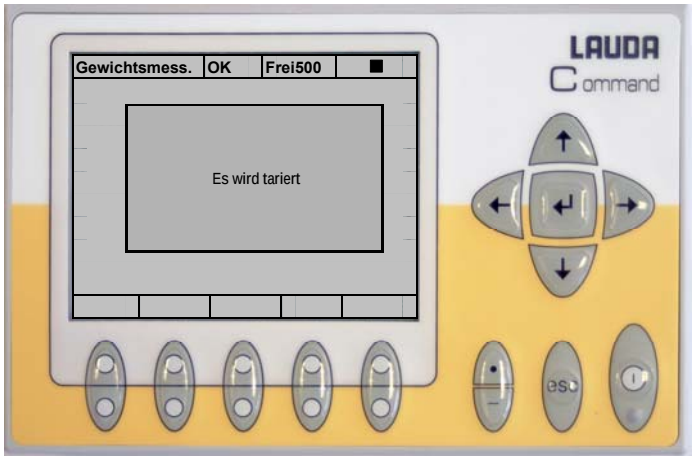
Standardabweichung der Tarierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Tarierung.

Die Abweichung darf während der Messung nicht größer als der eingestellte Wert sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

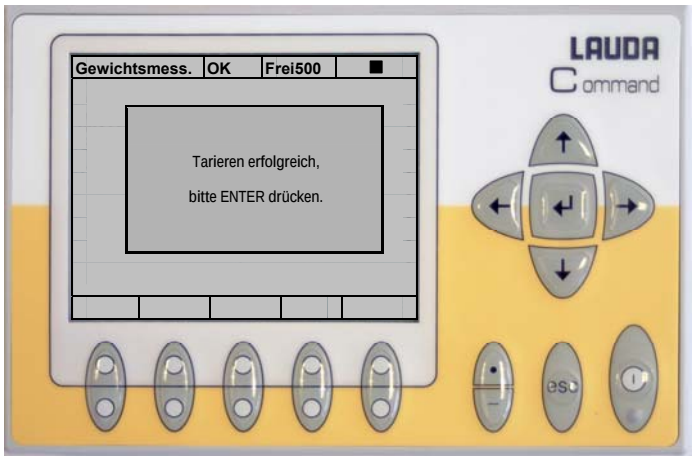
☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0.1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Es wird tariert

Die Gewichtsmessung für die Tarierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



Tarierung erfolgreich

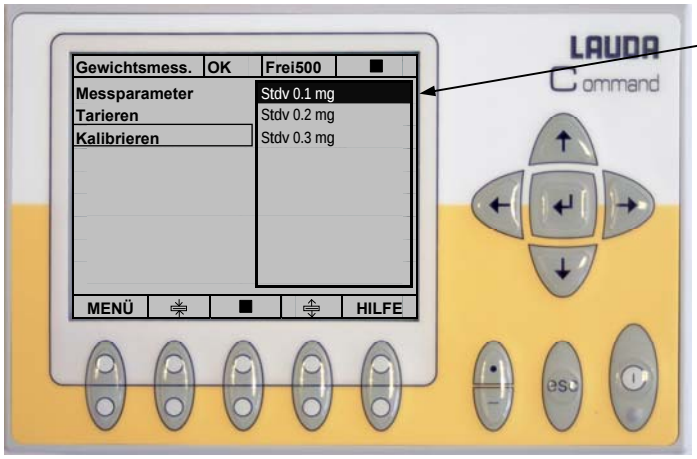
Bestätigung mit ↵.

Die Tarierung kann mit esc abgebrochen werden.

6.2.4 Kalibrierung

Vor der ersten Messung und immer wenn der Messkörper geändert wird, sollte die Kraftmesszelle kalibriert werden.

Hauptmenü ⟹	Messung neu ⟹	Gewichtsmessung ⟹	Kalibrieren ⟹



Stdv

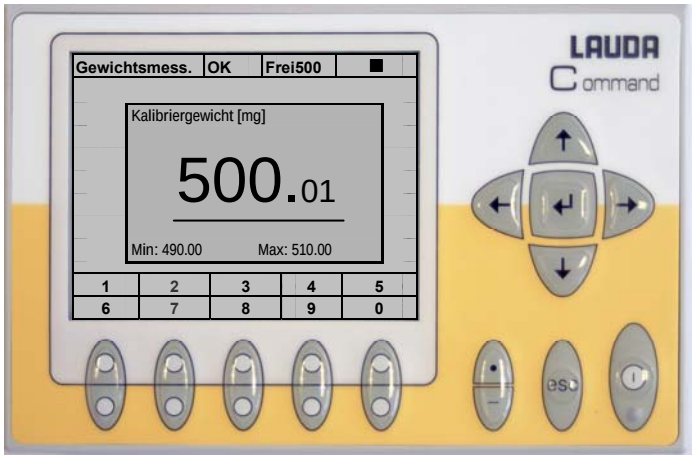
Standardabweichung der Kalibrierung.

Dieser Wert definiert die geforderte Stabilität der Kalibrierung.

Die Abweichung darf während der Messung des Kalibriergewichtes nicht größer als der eingestellte Wert sein.

Der Zeitraum der Messung verlängert sich von 2 s auf bis zu maximal 10 s wenn die geforderte Abweichung nicht erreicht wird.

☞	Generell sollte die höchste Genauigkeit von 0.1 mg angestrebt werden. Nur wenn diese nicht eingehalten werden kann (z.B. im Falle von externen Schwingungen), sollten größere Werte für die Standardabweichung gewählt werden. Dies reduziert jedoch die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der folgenden Messungen.



Kalibriergewicht [mg]

Vorgegebenes bzw. separat bestimmtes Kalibriergewicht eingeben.

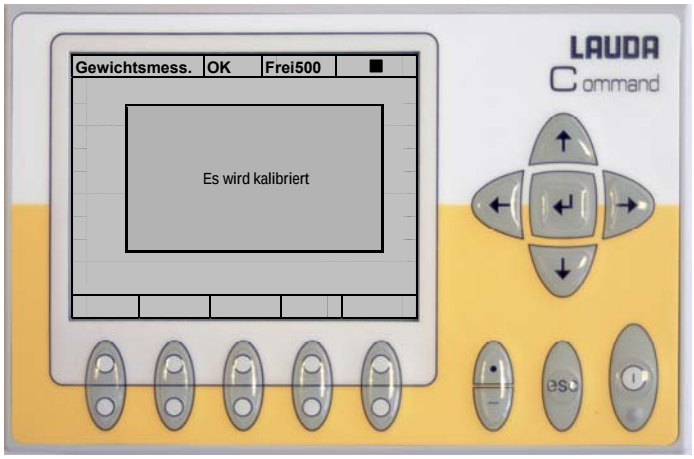
Mit den Cursortasten ← → können die einzelnen Ziffern angewählt und über die

entsprechende Softkeytaste geändert werden.

☞	Das Kalibriergewicht vorsichtig zusätzlich zum Probenhalter einhängen.

Bestätigung mit ↵ startet die Kalibrierung.

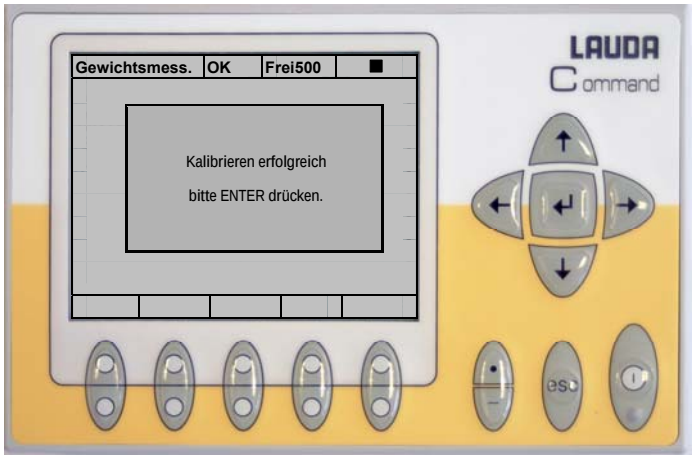
☞	Das Gewicht des Bügels kann geringfügig vom Nennwert 500 mg (max. ± 1 mg) abweichen. Wenn eine Genauigkeit < 1 mg gefordert wird, ist eine präzise Bestimmung mittels einer Semimikrowaage notwendig. Der Toleranzbereich für die mitgelieferten Kalibriergewichte ist auf 490 – 510 mg begrenzt.



Es wird kalibriert

Die Gewichtsmessung für die Kalibrierung läuft.

☞	Diesen Prozess nicht stören oder unterbrechen. Schwingungen und mechanische Stöße vermeiden.



Kalibrierung erfolgreich

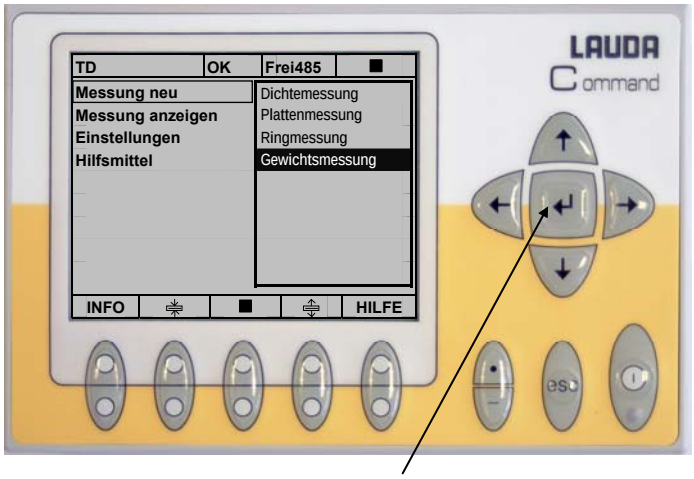
Bestätigung mit ↵.

Kalibriergewicht vorsichtig abnehmen.

Die Kalibrierung kann mit esc abgebrochen werden.

6.2.5 Gewichtsmessung

1



2

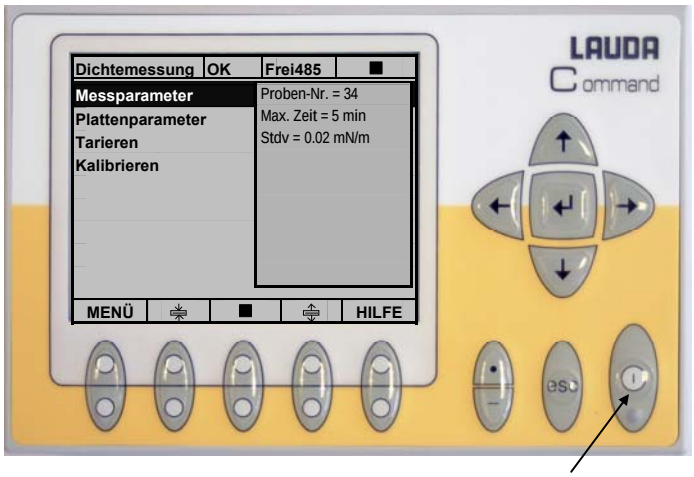
1. Probentisch absenken.
Messprobe direkt oder mit Probenhalter am Haken anhängen.

2. Messung neu,

Gewichtsmessung mit ↵ bestätigen.

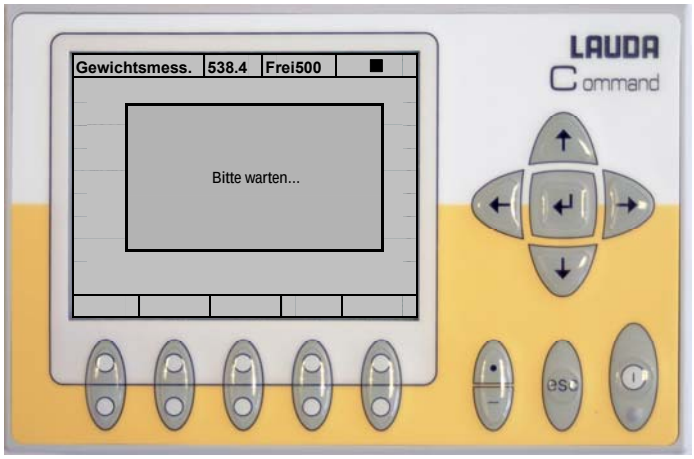
Prüfen und anpassen der Messparameter.

3. Mit ⏻ Messung starten, die LED leuchtet.



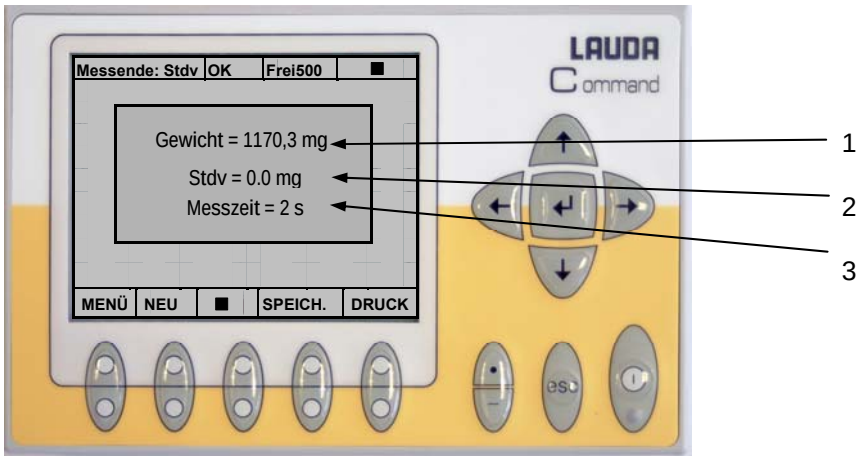
3

Anzeige während der Messung



Es werden 100 Messungen in einem Zeitraum von 2 Sekunden aufgenommen und die Standardabweichung ermittelt.

In vordefinierten Zeitschritten wird die Messung wiederholt bis entweder die geforderte Messwertstabilität erreicht ist, oder die maximale Messdauer überschritten ist.



Angezeigt werden:

1. Gewicht ermittelt aus dem Mittelwert der Messwerte der letzten 2 Sekunden.

2. Standardabweichung der zugrunde liegenden Messreihe.

3. Messzeit.

☞	Das Ergebnis kann zusammen mit den Messparametern zwischengespeichert oder auf einem Protokolldrucker ausgegeben werden.

7 Messergebnisse anzeigen und ausgeben

7.1 Messergebnisse speichern

Messergebnisse können in der Bedienkonsole COMMAND gespeichert werden. Je nach Einstellung (⇨4.4.6.8) wird automatisch nach jeder Messung oder manuell gespeichert.

In der Bedieneinheit COMMAND steht Speicherplatz für 500 Messungen zur Verfügung.

Mit der optional erhältlichen Datentransfer Software für PC / TD 2/3 können die Daten über die Schnittstelle RS 232 der Bedienkonsole COMMAND und einem optional erhältlichen RS 232 Verbindungskabel auf einen PC übertragen und dort gespeichert werden.

7.2 Messergebnisse ausdrucken

7.2.1 Drucker anschließen

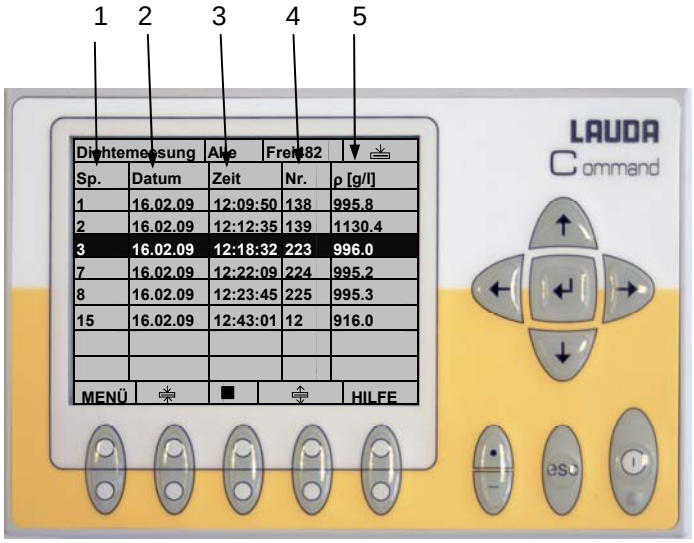
Die Messergebnisse können auf dem als Zubehör lieferbaren Protokolldrucker während oder nach der Messung ausgedruckt werden.

1. Drucker auspacken und aufbauen.
2. Bedienungsanleitung des Druckers beachten.
3. TD 3 ausschalten.
4. Die RS 232 Schnittstelle des Drucker mit dem beigepackten RS 232 Verbindungskabel mit der entsprechenden als Druckerschnittstelle gekennzeichneten Buchse auf der Gehäuserückwand des TD 3 verbinden.
5. Prüfen, ob der Einschalter des Druckers in der Stellung „Aus“ steht.

6. Drucker an Steckdose mit Schutzleiter anschließen.
7. TD 3 mittels Schalter am externen Netzteil einschalten.
8. Drucker einschalten.
9. Überprüfen der Druckereinstellung (⇨4.4.6.10).

7.2.2 Dichtemessung

Hauptmenü	⟹	Messung anzeigen	⟹	Dichtemessung	⟹

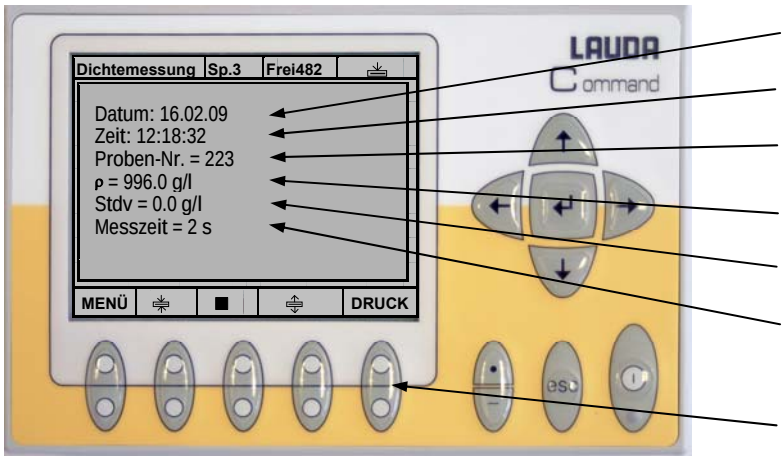


1. **Sp.**
   Speicherplatzposition der Messergebnisse.
2. **Datum**
   Datum der Messung, Datumsdarstellung (⇨4.4.6.7).
3. **Zeit**
   Uhrzeit der Messung.
4. **Nr.**
   Probenerkennung (Proben Nr.) (⇨6.1.2).
5. **ρ [g/l]**
   Messergebnis in Gramm / Liter.

Mit → wird bei mehr als neun Messergebnissen das nächste Blatt angezeigt. Mit ← blättert man zurück.

Mit ↑ und ↓ kann ein einzelnes Resultat angewählt werden.

Ausgewählte Messung mit ↵ bestätigen.



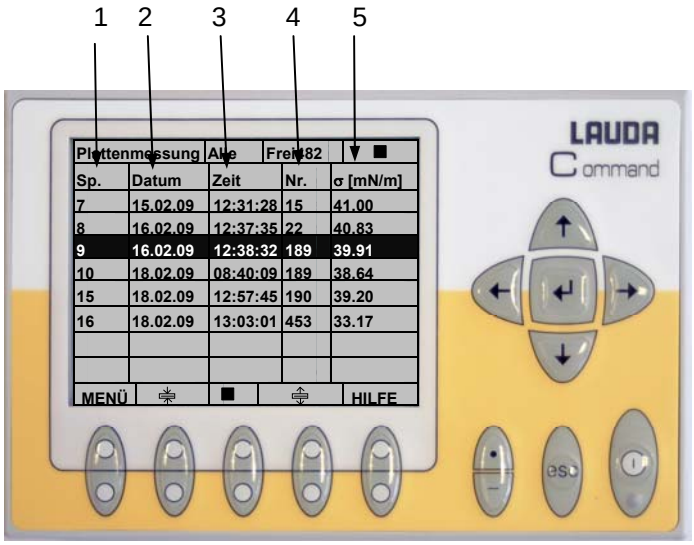
☞	Die Daten können nachträglich nicht geändert werden.

```
==========================
LAUDA
Tensiometer TD3

------------------------------------------
Dichtemessung
16.02.09  12:18:32
Proben-Nr. = 223

Dichte = 996.0g/l
Stdv = 0.0 g/l
Messzeit = 2 s
------------------------------------------
Gedruckt am 12.03.09  16:05:38
==========================
```

Der Ausdruck auf dem Protokolldrucker beinhaltet alle im Detailergebnisfenster angezeigten Daten.

7.2.3 Plattenmessung

Hauptmenü	⟹	Messung anzeigen	⟹	Platten-messung	⟹			

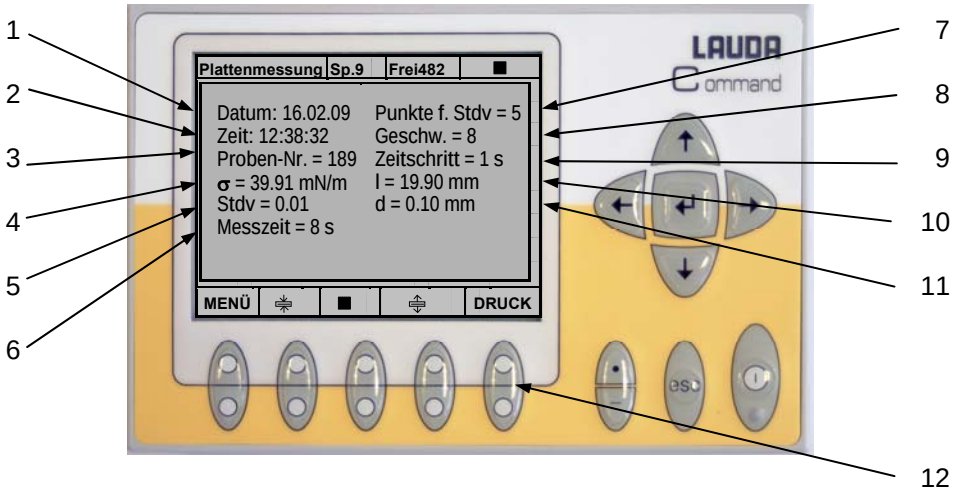


1. **Sp.**
   Speicherplatzposition der Messergebnisse.
2. **Datum**
   Datum der Messung, Datumsdarstellung (⇨4.4.6.7).
3. **Zeit**
   Uhrzeit der Messung.
4. **Nr.**
   Probenerkennung (Proben Nr.) (⇨5.1.2).
5. **σ [mN/m]**
   Messergebnis in mN/m.

Mit → wird bei mehr als neun Messergebnissen das nächste Blatt angezeigt. Mit ← blättert man zurück.

Mit ↑ und ↓ kann ein einzelnes Resultat angewählt werden.

Ausgewählte Messung mit ↵ bestätigen.



1. Datum
Datum der Messung.

2. Zeit
Uhrzeit des Messbeginns.

3. Proben-Nr.
Probennummer zur eindeutigen Identifikation der Probe.

4. σ
Messergebnis σ in mN/m.

5. Stdv
Standardabweichung in mN/m.

6. Messzeit
Messzeit der gesamten Messung.

7. Punkte f. Stdv
Anzahl der Punkte für die Berechnung der Standardabweichung.

8. Geschw.
Geschwindigkeit des Probentisches.

9. Zeitschritt
Zeitschritte für die Einzelmessungen.

10. l
Länge der Platte in mm.

11. d
Plattenstärke in mm.

12. Mit ausdrucken.

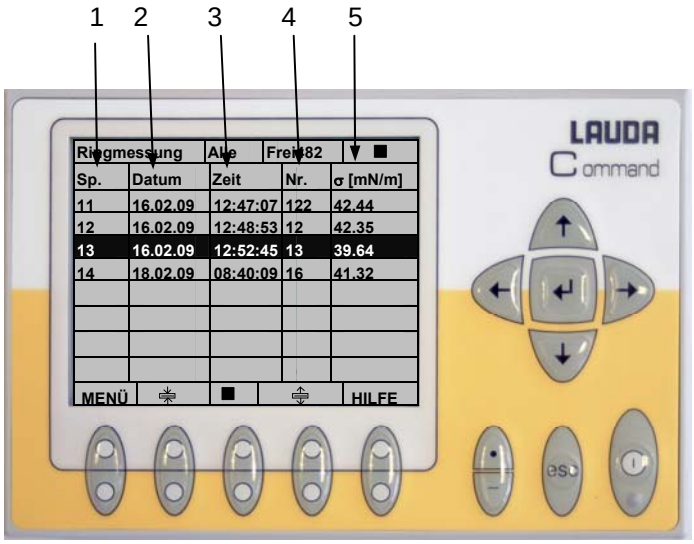
☞	Die Daten können nachträglich nicht geändert werden.

```
==========================
LAUDA
Tensiometer TD3
------------------------------------------
Plattenmessung
16.02.09  12:38:32
Proben-Nr. = 189
OS = 39.91 mN/m
Stdv = 0.01 mN/m
Messzeit = 8 s
------------------------------------------
Messparameter
Punkte f. Stdv = 5
Geschw. = 8
Zeitschritt = 1 s
------------------------------------------
Plattenparameter
L = 19.90 mm
D = 0.10 mm
------------------------------------------
Gedruckt am 12.03.09  16:05:38
==========================
```

Der Ausdruck auf dem Protokolldrucker beinhaltet alle im Detailergebnisfenster angezeigten Daten.

7.2.4 Ringmessung

Hauptmenü	⟹	Messung anzeigen	⟹	Ring-messung	⟹

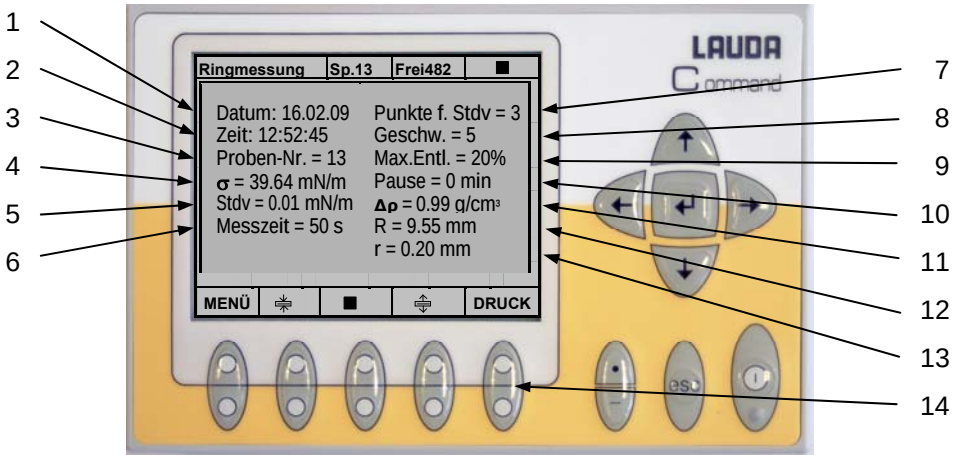


1. **Sp.**
   Speicherplatzposition der Messergebnisse.
2. **Datum**
   Datum der Messung, Datumsdarstellung (⇨4.4.6.7).
3. **Zeit**
   Uhrzeit der Messung.
4. **Nr.**
   Probenerkennung (Proben Nr.) (⇨5.2.2).
5. **σ [mN/m]**
   Messergebnis in mN/m.

Mit → wird bei mehr als neun Messergebnissen das nächste Blatt angezeigt. Mit ← blättert man zurück.

Mit ↑ und ↓ kann ein einzelnes Resultat angewählt werden.

Ausgewählte Messung mit ↵ bestätigen.



1. **Datum**
Datum der Messung.

2. **Zeit**
Uhrzeit des Messbeginns.

3. **Proben-Nr.**
Probennummer zur eindeutigen Identifikation der Probe.

4. **σ**
Messergebnis σ in mN/m.

5. **Stdv**
Standardabweichung in mN/m.

6. **Messzeit**
Messzeit der gesamten Messung.

7. **Punkte f. Stdv**
Anzahl der Punkte für die Berechnung der Standardabweichung.

8. **Geschw.**
Geschwindigkeit des Probentisches.

9. **Max. Entl.**
Entlastung der auf den Ring wirkenden Kraft.

10. **Pause**
Pause zwischen den einzelnen Messungen.

11. **Δρ**
Dichte der Probe.

12. **R**
Radius des Rings in mm.

13. **r**
Radius des Drahtes in mm.

14. Mit ausdrucken.

☞	Die Daten können nachträglich nicht geändert werden.

==========
LAUDA

Tensiometer TD3

Ringmessung
16.02.10 12:52:45
Proben-Nr. = 13
OS = 39.64 mN/m
Stdv = 0.01 mN/m
Messzeit = 50 s

Messparameter

Punkte f. Stdv = 3

Geschw. = 5

Max.Entl. = 20 %

Pausenzeit = 0 min

Dichte = 0.99 g / cm³

Ringparameter

R = 9.55 mm

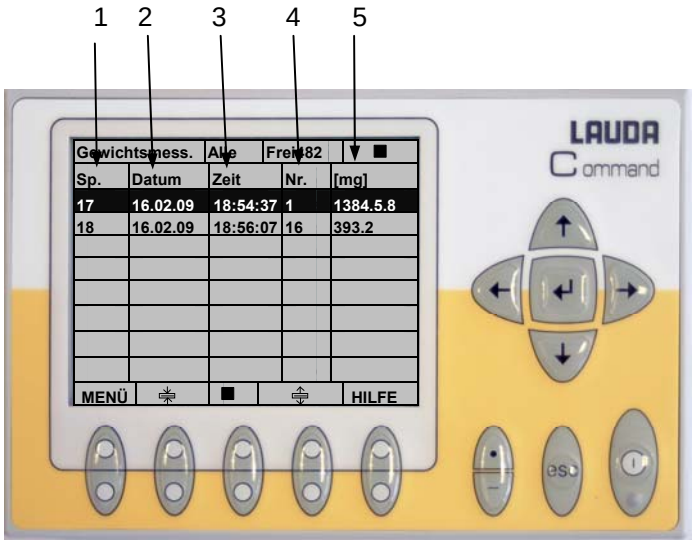
r = 0.20 mm

Gedruckt am 12.03.09 16:05:38
==========

Der Ausdruck auf dem Protokolldrucker beinhaltet alle im Detailergebnisfenster angezeigten Daten.

7.2.5 Gewichtsmessung

Hauptmenü	⟹	Gewicht anzeigen	⟹	Ring-messung	⟹	

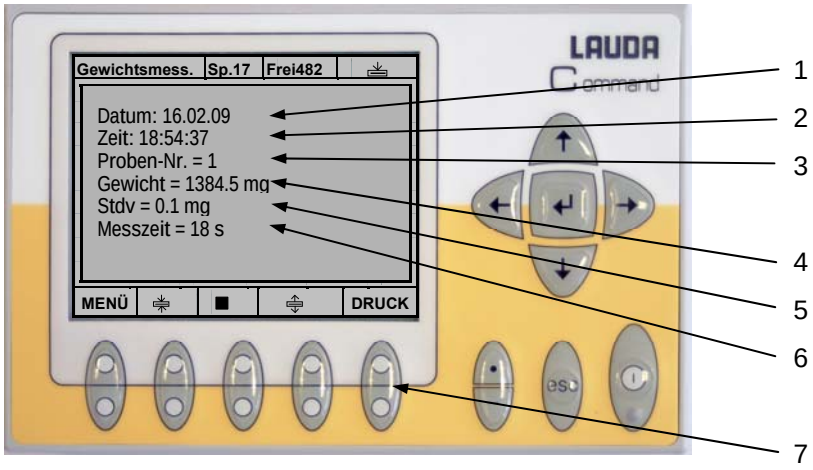


1. **Sp.**
   Speicherplatzposition der Messergebnisse.
2. **Datum**
   Datum der Messung, Datumsdarstellung.
3. **Zeit**
   Uhrzeit der Messung.
4. **Nr.**
   Probenerkennung (Proben Nr.) (⇨6.2.2).
5. **[mg]**
   Messergebnis in Milligramm.

Mit → wird bei mehr als neun Messergebnissen das nächste Blatt angezeigt. Mit ← blättert man zurück.

Mit ↑ und ↓ kann ein einzelnes Resultat angewählt werden.

Ausgewählte Messung mit ↵ bestätigen.



1. **Datum**
   Datum der Messung.
2. **Zeit**
   Uhrzeit des Messbeginnes.
3. **Proben-Nr.**
   Probennummer zur eindeutigen Identifikation der Probe.
4. **Gewicht**
   Messergebnis in mg.
5. **Stdv**
   Standardabweichung in mN/m.
6. **Messzeit**
   Messzeit der gesamten Messung.
7. Mit ausdrucken.

	Die Daten können nachträglich nicht geändert werden.

```
==========================
LAUDA
Tensiometer TD3
------------------------------------------
Gewichtsmessung
16.02.09  18:54:37
Proben-Nr. = 1
Gewicht = 1384.5 mg
Stdv = 0.1 mg
Messzeit = 18 s
------------------------------------------
Gedruckt am 12.03.09  16:05:38
==========================
```

Der Ausdruck auf dem Protokolldrucker beinhaltet alle im Detailergebnisfenster angezeigten Daten.

8 Appendix

8.1 Referenzwerte zum Überprüfen des TD 3

Zur Überprüfung der Genauigkeit empfiehlt sich die Messung von reinen Flüssigkeiten mit bekannter Ober- bzw. Grenzflächenspannung.

☞	Die in der Literatur angegebenen Referenzwerte können häufig nur mit hochreinen Flüssigkeiten und mit hohem Aufwand für die Reinigung von Probengefäßen und Messkörpern und nur über kurze Zeit verifiziert werden. Es ist daher möglich, dass die mit dem TD 3 erzielten Messwerte in der Praxis, besonders im Falle von Grenzflächenspannungsmessungen, durchaus deutlich von den Literaturwerten abweichen können!

Oberflächenspannung [mN/m]:

System	15°C	20°C	25°C
Wasser	73.5	72.8	72.00
Benzol	29.5	28.9	28.2
Ethanol	22.7	22.3	21.4
Diethylether		17.0	

Grenzflächenspannung bezogen auf Wasser [mN/m]:

System	20°C
Benzol	35.0
Chloroform	10.7
Diethylether	32.8

8.2 RS 232 Schnittstelle (nur COMMAND)

8.2.1 Verbindungskabel und Schnittstellentest RS 232

Rechner					TD 3		
Signal	**9-polige Sub-D-Buchse**		**25-polige Sub-D-Buchse**		**9-polige Sub-D-Buchse**		**Signal**
	①	②	①	②	①	②	
R x D	2	2	3	3	2	2	T x D
T x D	3	3	2	2	3	3	R x D
DTR	4		20		4		DSR
Signal Ground	5	5	7	7	5	5	Signal Ground
DSR	6		6		6		DTR
RTS	7		4		7		CTS
CTS	8		5		8		RTS

① mit Hardware-Handshake: Beim Anschluss eines TD 3 an den PC ein 1:1 und **kein** Null-Modem-Kabel verwenden!

- Geschirmte Anschlussleitungen verwenden.
- Abschirmung mit Steckergehäuse verbinden.
- Nicht belegte Pins sollten nicht angeschlossen werden!

8.3 Reinigung von Probengefäßen und Messkörpern

8.3.1 Messring und Wilhelmy-Platte

Die beste Methode zur Reinigung der Platinmesskörper besteht im Ausglühen der zu benetzenden Teile in einer Flamme.

☞	Rückstandsfrei brennende Gase (Bunsenbrenner) oder Flüssigkeiten (Ethanol oder Methanol von mindestens p. A. Qualität) verwenden.
☞	Vor dem Ausglühen die Messkörper mit einem geeigneten Lösemittel z.B. hochreinem Aceton oder Isopropanol vorspülen und trocknen.
⚠	Messring nur kurz auf Weißglut, Platte nur auf Rotglut erhitzen.

8.3.2 Probengefäße und Verdrängungskörper

Vor der ersten Benutzung sollten zu benetzende Glasteile mit Chrom- bzw. Schwefelsäure gespült und danach bis zur Neutralität mit destilliertem Wasser nachgespült werden. Bei Benutzung handelsüblicher tensidhaltiger Laborglasreiniger (z.B. LABOSOL oder MUCASOL) muss durch intensive Spülung und nachfolgendes Erhitzen der Probengläser in einem Ofen gewährleistet sein, dass **alle** Tensidrückstände beseitigt sind.

Organische Rückstände lassen sich am besten durch Erhitzen der Gläser auf 200°C beseitigen.

⚠	Chromschwefelsäure ist hochaggressiv und fruchtschädigend!

Folgenden Sicherheitsregeln müssen beim Hantieren mit aggressiven Medien unbedingt beachtet werden:

⚠	• Sicherheitsdatenblatt beachten! • Schutzbrille tragen! • Schutzhandschuhe tragen, Kontakt mit der Haut unbedingt vermeiden! • Einatmen der Dämpfe vermeiden, evtl. in einem Abzug arbeiten! • Proben- und Reinigungsmittel nur sachgerecht entsorgen!

Für die Zwischenreinigung genügt es häufig die Probengläser mit einem geeigneten Lösemittel z.B. Wasser gründlich zu spülen und danach durch Erhitzen der Probengläser in einem Ofen zu trocknen.

☞	Beschleunigung der Trocknung durch flüchtige Lösemittel z.B. Aceton, kann zu Ablagerungen von Rückständen führen.

8.3.3 Reinigung der Geräteoberfläche

Vor der Reinigung des Gerätes Netzstecker ziehen!

Die Reinigung kann mit Wasser unter Zugabe einiger Tropfen eines Tensides (Spülmittel) und mit Hilfe eines feuchten Tuchs erfolgen.

Es darf kein Wasser in Gerät oder Steuerteil eindringen!

Angemessene Entgiftung durchführen, falls gefährliches Material auf oder im Gerät verschüttet wurde.

Die Reinigungs- oder Entgiftungsmethode wird durch die Sachkenntnis des Anwenders bestimmt. Im Zweifelsfall bitte mit dem Hersteller in Verbindung setzen.

8.4 Wartung, Reparatur und Entsorgungshinweise

- Vor allen Reparaturarbeiten Netzstecker ziehen!
- Reparaturen nur von Fachkräften durchführen lassen!

8.4.1 Wartung

LAUDA Tensiometer TD 3 sind wartungsfrei.

8.4.2 Reparaturhinweis

Wenn Sie ein Gerät zur Reparatur einschicken wollen, stimmen Sie sich unbedingt vorher mit dem LAUDA Service Messgeräte SMG ab.

Bitte beachten Sie, dass das Gerät im Falle einer Einsendung sorgfältig und sachgemäß verpackt wird. Für eventuelle Schäden durch unsachgemäße Verpackung kann LAUDA nicht haftbar gemacht werden.

8.4.3 Entsorgung der Verpackung

Verpackungsteile	Material	Entsorgungsweg
Palette	Schichtholz Holz für Export (Douglas)	Wieder verwendbar, Paletten Recycling
Innen- und Außenverpackung	Wellpappe	Papier Recycling
Schaum Innenverpackung	Polyurethanschaum (PUR) und Folienbeutel aus Polyethylen (PE-HD)	Kunststoff Recycling
Polsternde Dämpferteile (Technoschaum)	Polyethylen (PE) Schaumstoffplatten	Kunststoff Recycling
Noppenfolie	Polyethylen (PE-LD) Folie	Kunststoff Recycling
Volumenfüller	Luftgefüllte Polyethylen (PE-LD) Beutel	Kunststoff Recycling
Formteile	Polystyrol, verschäumt (EPS, Styropor®)	Kunststoff Recycling
Sichthülle der Betriebsanleitung	Polypropylen (PP)	Kunststoff Recycling
Befestigungsbänder	Polyesterband, hochfest	Kunststoff Recycling

Wenn die Wiederverwertung nicht möglich ist, können die Verpackungsteile auch weiterhin mit dem normalen Abfall entsorgt werden.

8.5 Technische Daten

Messarten	Ober- und Grenzflächenspannung; Dichte, Gewicht
Messbereich OFS/GFS	< 300 mN/m Ring; < 999 mN/m Platte
⇒ Auflösung	0, 01 mN/m
Temperaturbereich	5 - 85 °C
Temperaturmessung	Digital (optional)
⇒ Auflösung	0,1 °C
⇒ Genauigkeit	± 0,5 °C
Dichtemessung	< 2000 kg/m³
⇒ Auflösung	± 1 kg/m³
Gewichtsmessung	< 5000 mg,
⇒ Auflösung	± 0,1 mg
Kalibrierung	Kalibriergewicht
⇒ Empfindlichkeit	3 Stufen
Display	Grafikdisplay 320 x 240,11 x 40 Zeichen
Messmodenauswahl	Menügesteuert
Parametereingabe	Menügesteuert
Probenbezeichnung	Numerisch
Messpunktabstand	Wählbar, 1–120 min
Messwertspeicher	Max. 500 Ergebnisse; mit Datum u. Zeit
Tischbewegung	DC-Motor
⇒ Hubgeschw.	Wählbar in 10 Stufen von 0,1 – 1 mm/s
⇒ max. Hub	80 mm
Maximumserkennung	Automatisch, Abtastbereich wählbar von 10 – 100%
Ringkorrektur	Automatisch nach Zuidema & Waters
Magnetrührer	Steuerung integriert; Magnetrührereinsatz (optional)
Datenaufnahme	3 Werte / Sekunde
Stabilitätskriterium	Standardabw. über wahlweise 3 - 9 Messungen
Schnittstellen:	RS 232
Protokollierung	Drucker, PC (optional)
DÜ-Software	für PC unter WINDOWS 95 und höher (optional)
Gewicht	ca. 4,0 kg
Leistungsaufnahme	0.01 kW
Abmessungen (Messpult)	B 250 mm x T 120 mm x H 250 mm
Netzanschluss	Externes Netzteil, 90 - 264 V, Akkunetzteil (optional)

8.5.1 Bestellnummern und Zubehör

	Gerätetyp	Bestell-Nr.
Serienmäßiges Zubehör (im Preis enthalten)	TD 3 (einschl. COMMAND Modul und Netzteil)	LMT 850
	Messring nach Du Noüy (2-schenklig) (Pt/Ir)	EZ 141
	Kalibriergewicht 500 mg	EZ 033-1
	Verdrängungskörper (Glas, für Dichtemessung)	UD 320
	Pinzette	EZ 034
	Satz Probengläser (10 Stück) 6 cm Ø	EG 011
	Kunststoffkoffer	EZ 158
Zubehör optional	Messring nach Du Noüy (4-schenklig) (Pt/Ir)	EZ 250
	Messplatte nach Wilhelmy (Pt/Ir)	EZ 251
	Kalibriergewicht mit DKD Zertifikat 500 mg	EZ 033-2
	Satz Bechergläser (10 Stück, für Dichtemessung)	EG 004
	Satz Probengläser (10 Stück) 6 cm Ø	EG 011
	Ausglühbrenner (zur Reinigung von Ring / Platte)	EZ 045
Datenausgabe	Nadeldrucker zur Protokollierung der Daten	LMC 819
	Farbband für Drucker, für Ersatz	EAZ 034
	Papierrolle für Drucker (10 er Pack.), für Ersatz	EAZ 035
Software	Datentransfer Software für PC / TD 2/3	LDTM2017
	RS 232 Verbindungskabel	EKS 037
Integrierbarer Temperier- und Rührblock PTT	PTT (Peltier-Temperiereinheit mit integriertem Magnetrührer und Temperaturfühler zur externen Regelung, für Becherglas 6 cm Ø)	LMTZ 831
Serienmäßiges Zubehör für PTT (im Preis enthalten)	PTFE Rührstab	EZ 195
	Transparenter Kunststoffdeckel mit Öffnung	HGH 188
	PT 100 Temperaturfühler für PTT	UD 711

8.6 Literaturverzeichnis

1. Bartell and Miller, J. Am. Chem. Soc. 50, 1961-7
2. Harkins, Brown and Davies, Ibid, 39, 357 (1917)
3. Laprince-Ringuet, Pub. aci. tech. ministere air (France) No. 52 (1934)
4. Lawrence, "Science of Petroleum", Vol. II, pp.1369-74, Oxford University Press (1938)
5. Trillat and Laprince, compi. rend. 196, 124-16 (1933)
6. Vellinger, Petroleum Z. 31, No. 34, 17-21 (1935)
7. Vellinger and Radulesco, World Petroleum Congress, London. 407 (1933)
8. Von Fochs, Wilson and Ediund, Ind. Eng- Chem., Anal. Ed., 13,306 (1941)
9. W. D. Harkins, T.F. Young and L. H. Cheng, Science, 64, 33(1926)
10. W. D. Harkins and H. F. Jordan, J. Am. Chem. Soc., 52, 1751(1930)
11. B. B. Freud and H. Z. Freud, ibid. 52, 1772 (1930)12. S. Sudgen, "The Parachor and Valency",
12. A. A. Knopf pp. 215-216(1930)
13. N. K. Adam, "The Physics and Chemistry of Surfaces", 3rd Ed., Oxford Univ. Press, London, p. 370 (1941)
14. A. I. Vogel, J. Chem. Soc., 133 (1946)
15. Cantor, Wied. Ann., 47, 399 (1892)
16. Lohnstein, Ann. Physik, 25, 815 (1908)
17. Lenard, ibid., 74, 395 (1924)
18. Tichanowsky, Physik. Zeit., 25, 300 (1924); 26, 523 (1925)
19. MacDougall, Science, (N.S.) 62, 290 (1955)
20. P. L. Du Nouy, J. Gen. Physiol., Neu York, 1, p. 521 (1919)
21. H. Zuidema and C. M. Wassers, Ind. Eng. Chem. Analyt. 13, p. 312 (1941)
22. H. W. Fox and C. H. Chrisman, J. Phys. Chem. 56, p. 284 (1952)
23. B. Hartmann, Ann. Phys. 64, p. 24 (1949)
24. R. Finzel, PTB-Bericht IB-4, p. 89 (1976)
25. H. R. Baker and W. A. Zisman, Ind. Eng. Chem. 40, 2338 (1948)
26. Egon Matkijevic, "Surface and Colloid Science", ISBN 471576301, Pub: Wiley-Interscience / Division of John Wiiey + Sons
27. Drew Meyers, "Surfactant Science and Technology", VCH Publisher: ISBN 0895733390, VCH Verlagsgem.: ISBN 352726695X
28. L. Wilhelmy, Ann. Physik 119, 117 (1864)
29. J. F. Padday, Dr. R. Russel, J. Colloid Sci. 15, 503 (1960)
30. M. J. Schwuger, H. M. Rostek, Chemie Ing. Techn. 43, 1075 (1971)
31. Barthoioma, Schafer, Mellian Textilberichte 31, 1075 (1971)
32. J. F. Padday Surface and Colloid Science, Vol. I, edited by Egon Matkijevic, Pub: Wiley-Interscience (1969)

8.7 Help Desk und Ersatzteilbestellung

Bei Ersatzteilbestellungen bitte Gerätetyp und Nummer vom Typenschild, das auf der Rückseite angebracht ist, angeben. Damit vermeiden Sie Rückfragen und Fehllieferungen.

Die Seriennummer setzt sich wie folgt zusammen, z.B. **LMT850-09-0001**

LMT850	=	Artikelnummer
09	=	Fertigungsjahr 2009
0001	=	fortlaufende Nummerierung.

Ihr Partner für Wartung und kompetenten Service Support:

LAUDA Service Messgeräte SMG

Telefon:

+49 (0)9343/ 503-148 Hr. Stastny (Techn. Support)

+49 (0)9343/ 503-128 Fr. Brömel (Support)

Für Rückfragen, Anregungen und Kritik:

LAUDA DR. R. WOBSER GMBH & CO. KG
Postfach 1251
97912 Lauda-Königshofen
Deutschland
Telefon: 0049 (0)9343/ 503-0
Fax: 0049 (0)9343/ 503-222
E-Mail: info@lauda.de
Internet: http://www.lauda.de

9 Index

A

Auftriebskörper 59

B

Bedienelemente 9
Bericht 24
Bestimmungsgemäßer Betrieb . 6

C

CAN-Port 9
COMMAND Bedieneinheit 14

D

Datenspeicher leeren 28
Datumsformat 24
Dichte 42, 53
Dichtedifferenz 42
Dichtemessung 12, 53
Direktdruck 25
Drucken automatisch 24
Drucker 25
Drucker Test 30
Du-Noüy-Ring 41, 49

E

Einstellungen 20
EMV-Norm DIN EN 61326-1 6
Entlastung max. 42
Ersatzteile 88

F

Fachpersonal, unterwiesenes ... 6
Funktionselemente 9
Funktionsprinzip 8

G

Gefahren 6
Gefahrenquellen 6
Geometriedaten 43
Gewicht 53
Gewichtsmessung 12
Grenzflächenspannung 42
Grenzflächenspannungsmessung . 50

H

Hauptmenü 18
Helligkeit 22
Hubgeschwindigkeit 32, 42

K

Kalender 21
Kalibrierflüssigkeit 57
Kalibriergewicht 36, 46
Kalibrierung 36, 46, 56
Kontrast 22
Korrektur 52
Kraftmaximum 50
Kurzbeschreibung 7

L

Lamelle 50

M

Magnetrührer 27
Maximaldauer 54
Meniskus 50
Menü 15
Messdauer 32
Messkörper 9
Messmethoden 12
Messparameter 54
Messpult 9
Messung Anzeigen 19
Messwertstabilität 60
Mobile Command Konsole 9

P

Pause 43
Phase 42, 50
Plattenmessung 12
Probenflüssigkeit 56
Probennummer 32, 42, 54
Probentisch 9
Protokolldrucker 13

R

Reinigung d. Geräteoberfläche 83
Reparaturhinweis 83
Ringkorrektur 42
Ringmessung 12
Ringparameter 42
RS232-Port 9
Rühreranschluß 9

S

Schnittstelle 81
Selbsttest 27
Seriennummer Gerät 88
Service 88
Service Kontakt 88
Sicherheitshinweise 3, 6
Signalton 23
Speichern + drucken 24
Speichern automatisch 24
Sprache 23
Standardabweichung .. 32, 43, 54
Symbole 6

T

Tarierung 34, 44
Tastatur 16
Tastaturtest 28
Temperaturfühleranschluß 9
Temperier- und Rührblock PTT 11
Thermometer Test 29
Transportschutz 13
Typenschild 88

U

Uhr 21
Umgebungsbedingungen 12

V

Verdrängungskörper 53

W

Wartung 83
Waters 52
Wilhelmy-Platte 31, 38

Z

Zeit maximale 43
Zeitschritt 32
Zubehör 11, 86
Zuidema 52